



# UNIVERSIDAD VILLA RICA

---

---

ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ARQUITECTURA

“BIOMIMESIS EN ARQUITECTURA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

ARQUITECTO

PRESENTA:

LUIS ENRIQUE ÁLVAREZ CARLÍN

Director de Tesis:

MTRA. EUNICE MARIA AVID NAVA

Revisor de Tesis:

MTRA. ANNETTE LIONS RAMÍREZ

BOCA DEL RÍO, VER.

ABRIL

2014



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**ÍNDICE**

INTRODUCCIÓN	1
I. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL FENÓMENO	4
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.2.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	7
1.2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	7
1.3 OBJETIVOS	7
1.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL	7
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
1.4 JUSTIFICACIÓN	7
1.5 HIPÓTESIS	9
1.6 ALCANCES	9
1.7 CARÁCTER INNOVADOR	9
1.8 DEFINICIÓN DEL CONTEXTO - USUARIO - OBJETO	10

1.9 REFLEXIÓN SOBRE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	11
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>	12
2.1 MARCO DE REFERENCIA HISTÓRICO	12
2.1.1 ANTECEDENTES DE LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE	13
2.1.1.1 APARICIÓN Y EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD	14
2.1.1.2 LAS IDEAS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO EN EL SIGLO XX	16
2.1.1.3 EL CONTEXTO HISTÓRICO EN QUE NACE EL DESARROLLO SOSTENIBLE	17
2.1.1.4 AUMENTA LA CONCIENCIA DE LOS LÍMITES DE DESARROLLO	19
2.1.1.5 EL DESARROLLO SOSTENIBLE SE PRESENTA COMO UNA SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DEL DESARROLLO	20
2.1.1.6 LA COMISIÓN BRUNDTLAND	21
2.1.1.7 ANTECEDENTES DE LA BIOMIMESIS	25
2.1.2 LÍNEAS DEL TIEMPO	29
2.1.3 REFLEXIÓN HISTÓRICA	31
2.2 MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO-CONCEPTUAL	31
2.2.1 ARQUITECTURA SOSTENIBLE	32
2.2.2 ARQUITECTURA SOSTENIBLE PASIVA	33
2.2.3 ARQUITECTURA ECOLÓGICA	36
2.2.4 BIOMIMESIS EN ARQUITECTURA	37
2.2.5 ENTENDIENDO EL ECOSISTEMA PARA APRENDER COMO TRABAJAR CON LA NATURALEZA.	38

2.2.6 EVOLUCIÓN	38
2.2.7 ORDEN Y CAOS	38
2.2.8 PRINCIPIO ARQUITECTÓNICO: DISEÑO BIOMIMÉTICO	40
2.2.9 MÉTODO DE ESTUDIO	41
2.2.10 PRODUCTOS, SISTEMAS Y PROCESOS	41
2.2.11 PRODUCTOS	42
2.2.12 SISTEMAS	42
2.2.13 PROCESO	42
2.2.14 CONSTRUCCIÓN A LARGO PLAZO CONTRA CONSTRUCCIÓN A CORTO PLAZO.	43
2.2.15 EL ARTE DE "DEJARSE IR"	45
2.2.16 ECOLÓGICO = ECONÓMICO	46
2.2.2 SÍNTESIS DE LOS REFERENTES TEÓRICOS	47
2.2.2.1 DECÁLOGO	48
2.2.3 REFLEXIÓN TEÓRICA	49
2.3 MARCO DE REFERENCIA SITUACIONAL	49
2.3.1 ESTADO DEL ARTE	49
2.3.2 CASOS ANÁLOGOS	50
2.3.2.1 COUNCIL HOUSE 2	50
2.3.2.2 CONCLUSIÓN	60
2.3.2.3 EASTGATE CENTER	61
2.3.2.4 CONCLUSIÓN	64

2.3.2.5 PROYECTO EDÉN	64
2.3.2.6 SITUACIÓN	67
2.3.2.7 CONCEPTO	67
2.3.2.8 ESPACIOS	67
2.3.2.9 ESTRUCTURA	69
2.3.2.10 MATERIALES	70
2.3.2.11 AHORRO ENERGÉTICO	71
2.3.2.12 CONCLUSIÓN	72
2.3.3 MATRIZ DE CASOS ANÁLOGOS	73
2.3.4 REFLEXIÓN EN LA PRAXIS	74
2.4 MARCO DE REFERENCIA NORMATIVO	74
2.4.3 CÓDIGOS, GUÍAS, MANUALES, TRATADOS Y CARTAS	74
2.4.4 MAPA SÍNTESIS. MARCO DE REFERENCIA NORMATIVO	81
2.4.5 REFLEXIÓN SOBRE NORMATIVIDAD APLICADA	82
2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	82
<b>III. METODOLOGÍA DEL DISEÑO ARQUITECTÓNICO</b>	
3.1 INTRODUCCIÓN	84
3.1.1 ENTREVISTAS A ESPECIALISTAS DE LA BIOMIMESIS	84
3.1.2 OBJETIVO DE LAS ENTREVISTAS	84
3.1.3 ESPECIALISTAS A ENTREVISTAR	85
3.2 ANÁLISIS DE PROCESO DE DISEÑO DE LA BIOMIMESIS A TRAVES DE UN CASO DE ESTUDIO	88

3.2.1 INTRODUCCIÓN	88
3.2.2 NIVELES DE LA BIOMIMESIS	90
3.3 CASO DE ESTUDIO	92
3.3.1 ESPIRAL DE DISEÑO DE LA BIOMIMESIS	93
3.3.2 IDENTIFICAR	94
3.3.3 INTERPRETAR	96
3.3.4 DESCUBRIR	97
3.3.5 ABSTRAER	99
3.3.6 EMULAR	100
3.3.6.1 DISEÑO BASADO EN ECOLOGÍA Y CLIMA	100
3.3.6.2 ¿CÓMO FUNCIONA?	102
3.3.7 EVALUAR	111
3.3.7.1 BIENESTAR PERSONAL	112
3.3.7.2 CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS AL CASO DE ESTUDIO	112
3.4 VISIÓN GENERAL DEL PROYECTO	113
3.5 ESPIRAL DE DISEÑO DE LA BIOMIMESIS	113
3.5.1 IDENTIFICAR	113
3.5.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD DE VERACRUZ	114
3.5.1.2 LOCALIZACIÓN	114
3.5.1.3 ALTITUD	114
3.5.1.4 LATITUD	115
3.5.1.5 TEMPERATURA	115

3.5.1.6 TEMPORADA DE LLUVIAS	116
3.5.1.7 TEMPORADA SECA	116
3.5.1.8 VIENTO	117
3.5.1.9 PRECIPITACIÓN PLUVIAL	118
3.5.1.10 HUMEDAD	119
3.5.1.11 RADIACIÓN SOLAR	120
3.5.2 INTERPRETAR	121
3.5.3 DESCUBRIR	121
3.5.4 ABSTRAER	124
3.5.5 EMULAR	124
3.6 MODELO CREATIVO CONCEPTUAL	125
3.6.1 BOCETOS DE DISEÑO	125
3.6.2 CONSTRUCTO	129
3.6.3 FACHADAS DE ANTEPROYECTO	133
3.7 PROYECTO EJECUTIVO	140
3.7.1 RELACIÓN DE PLANOS	140
3.8 REFLEXIÓN SOBRE METODOLOGÍA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO	172
3.9 CONCLUSIÓN	174
<b>BIBLIOGRAFÍAS</b>	<b>177</b>

**LISTA DE TABLAS**

2.1.2 LÍNEAS DEL TIEMPO	29
2.2.2 SÍNTESIS DE LOS REFERENTES TEÓRICOS	47
2.2.2.1 DECÁLOGO	48
2.3.3 MATRIZ DE CASOS ANÁLOGOS	73
2.4.4 MAPA SÍNTESIS. MARCO DE REFERENCIA NORMATIVO	81

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1. Ejemplos de diseños inspirados por la naturaleza	5
FIGURA 2: Edificio Sostenible en forma de templo Maya	13
FIGURA 3: El diablo espinoso	15
FIGURA 4: Células solares	18
FIGURA 5: Diseño estructural adaptable	20
FIGURA 6: Bosques tropicales en Borneo	22
FIGURA 7: Nido de hormigas de madera	23
FIGURA 8: Superficies nasales del camello	26
FIGURA 9: La lombriz de tierra	35
FIGURA 10: El escarabajo de Namibia	39
FIGURA 11: Council house 2	51

FIGURA 12: Planta baja del Council house 2	52
FIGURA 13: Planta de techo del Council house 2	53
FIGURA 14: Planta del octavo piso del Council house 2	54
FIGURA 15: Elevación Norte del Council house 2	55
FIGURA 16: Elevación Este del Council house 2	56
FIGURA 17: Elevación Sur del Council house 2	58
FIGURA 18: Elevación Oeste	59
FIGURA 19: Cortes Este - Oeste	60
FIGURA 20: Comparación del Eastgate center con una montaña de Termitas	61
FIGURA 21: Corte transversal del Eastgate center	62
FIGURA 22: Corte transversal representando el funcionamiento de las chimeneas del eastgate center	63
FIGURA 23: Eastgate center	64
FIGURA 24: Interior del proyecto edén	65
FIGURA 25: El core	66
FIGURA 26: Corte longitudinal de los biomas	68
FIGURA 27: Fachada de los diferentes biomas	70
FIGURA 28: Cúpulas	72
FIGURA 29: Espiral de diseño de la biomimesis	89
FIGURA 30: La mariposa Morpho	90
FIGURA 31: Council house 2	93

FIGURA 32: Montículo de termitas	98
FIGURA 33: Regulación de temperatura interior en nido de termitas	100
FIGURA 34: Modo de día del Council house 2	102
FIGURA 35: Modo nocturno del Council house 2	103
FIGURA 36: Modo de invierno del Council house 2	104
FIGURA 37: Modo de verano del Council house 2	105
FIGURA 38: Movimiento del aire dentro del council house 2	106
FIGURA 39: Regulaciones de salud del Council house 2	107
FIGURA 40: Flujos de energía dentro del Council house 2	107
FIGURA 41: Calentado y enfriado del Council house 2	108
FIGURA 42: Luz y sombreado del Council house 2	109
FIGURA 43: Ciclo del agua dentro del Council house 2	110
FIGURA 44: Paisaje dentro del Council house 2	111
FIGURA 45: Grafica de temperaturas máximas y mínimas	116
FIGURA 46: Tabla climática con valores promedio	117
FIGURA 47: Vientos dominantes en un año	118
FIGURA 48: Tabla de precipitación anual en Veracruz	119
FIGURA 49: Tabla mostrando la humedad relativa en Veracruz	120
FIGURA 50: Montículo de termitas que se levanta a mas de 4 metros de altura	122
FIGURA 51: Regulación de temperatura interior en nido de	

Termitas	124
FIGURA 52: Boceto de sistema de enfriamiento	126
FIGURA 53: Idea conceptual del edificio	126
FIGURA 54: Estabilización de temperatura interior	127
FIGURA 55: Movimiento del aire interior en el edificio	127
FIGURA 56: Boceto del proceso de "purga nocturna"	128
FIGURA 57: Boceto de las torres de ducha	128
FIGURA 58: Proceso de diseño	129
FIGURA 59: Primer acercamiento a un modelo virtual	129
FIGURA 60: Losas de concreto curvas	130
FIGURA 61: Vista interior de las losas de concreto	130
FIGURA 62: Vista de las torres de ducha	131
FIGURA 63: Segundo constructo	132
FIGURA 64: Segundo constructo	132
FIGURA 65: Fachada oeste	133
FIGURA 66: Fachada norte	134
FIGURA 67: Vientos del noreste	135
FIGURA 68: Fachada este	136
FIGURA 69: Fachada sur	137
FIGURA 70: Planta de techo	138
FIGURA 71: Efecto chimenea	139
FIGURA 72: Corte esquemático de plantas tipo	139

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la biología, por su complejidad y variedad aporta conocimientos útiles a la actividad de los arquitectos como responsables de la proyección del entorno del ser humano. Se trata de demostrar que las analogías con las investigaciones en el campo de la biología son fuentes validas de organización y estructuración de los proyectos, además de una metodología capaz de auto organizar y optimizar modelos, aportando nuevas herramientas y nuevos contenidos teóricos al campo de la arquitectura. La arquitectura, como todas las actividades humanas, está relacionada con la biología. Sin embargo los arquitectos toman las analogías biológicas de maneras muy variadas, creando normalmente imitaciones morfológicas sin comprender los procesos biológicos que están en su origen. Por otro lado, es común que el arquitecto tampoco reconozca muy bien sus propias características específicas, las idiosincrasias que le rodean como organismo viviente individual, su potencial en la organización social y cultural, o incluso el impacto de su trabajo en los ecosistemas,

teniendo en cuenta su responsabilidad en la producción a gran escala de conexiones entre el ser humano y su entorno. Aunque una investigación basada en los fundamentos biológicos de los seres vivos y de la propia arquitectura sea una gran tarea, su comienzo ya se ha dado en manos de arquitectos y urbanistas que perciben el entorno construido como una extensión del ecosistema, conectando la metáfora biológica con el análisis científico basado en nuevos paradigmas, reexaminando temas centrales de las teorías de la arquitectura y del diseño gracias a los recientes avances científicos en el campo de la biología y la cibernética. Para nosotros el modelo más atractivo para los edificios del futuro se puede encontrar creciendo en casi todas partes en el planeta, tomando como ejemplo las flores, podemos decir que estas son una maravilla de la adaptación, que crecen en diversas formas y tamaños. Algunas que permanecen latentes a través de los más duros de inviernos sólo para emerger cada primavera una vez que el suelo se haya descongelado y otras que permanecen arraigadas durante todo el año, abriendo y cerrando como sea necesario para responder a las condiciones cambiantes del entorno examinando la disponibilidad de luz solar. Ellas son una muy buena analogía de los edificios en el futuro, ya que, al igual que los edificios son literalmente y figurativamente arraigadas al terreno, capaz de extraer recursos sólo a partir de los centímetros cuadrados de tierra, y el cielo que ellas habitan. La flor, debe recibir toda su energía del sol, todas sus necesidades del agua del cielo, y todos los nutrientes de la tierra necesaria para la supervivencia. Las flores son también ecosistemas, apoyo y refugio a los microorganismos e insectos como los edificios lo hacen por nosotros. Igualmente importante es que las flores son hermosas y pueden proporcionar toda la inspiración necesaria para que la arquitectura sea un verdadero éxito.

Gracias al desarrollo científico, el ser humano expande su conocimiento general sobre cómo funciona su entorno y, a la par

con este desarrollo, se da una proliferación tecnológica que permite más experimentación sobre el medio ambiente, generando un proceso evolutivo retroalimentado.

La utilización de tecnologías informáticas tanto como auxiliar creativo como auxiliar adaptativo del ser humano a su medio permite asociar a la educación y práctica profesional, conceptos complejos provenientes de campos científicos que tienen como raíz común la observación de procesos biológicos.

## CAPITULO I METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1 CONTEXTUALIZACIÓN DEL FENÓMENO

La reducción del impacto humano sobre el medio ambiente se torna más crítico cada día que pasa. Los diseñadores y los clientes, ahora se dan cuenta de la enorme repercusión que nuestros edificios tienen sobre el ambiente natural y construido. Mientras que el diseño sustentable se vuelve cada vez más utilizado, nuevos enfoques, como la biomimesis también son estudiados y mas aceptados para lograr un futuro sostenible.

Sin embargo, mientras el diseño sostenible gana adeptos, un número cada vez mayor de críticos sugieren que muchas de las actuales prácticas sostenibles, como LEED, serán insuficientes, tomando en cuenta estas críticas, se aboga por una amplia vista de la construcción y el medio ambiente natural, incluyendo aspectos cualitativos. Sugiriendo que las soluciones que se centran en métodos calculados que ignoran la compleja relación entre las personas y el medio ambiente, no son suficientes para lograr una sostenibilidad más acertada. En resumen esta investigación cuestiona cómo un enfoque fenomenológico biomimético también interpreta y amplía la naturaleza a fin de incluir las necesidades humanas en materia de diseño y fabricación el entorno construido.



través de un intento de ligar las dos ciencias emergentes; la biomimesis y el diseño computacional, explorando su potencial en el desarrollo de una arquitectura más sostenible.

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente se cuenta con un problema muy marcado en la forma de diseñar, la mayoría de los arquitectos de todo el mundo han sido concebidos en sus diversas universidades como individuos que solo trabajan para ellos, gracias a esto los diseños contemporáneos muchas veces no han contado con la capacidad de estudio para otra cosa que no sea un diseño formal innovador **que no provee ningún beneficio regenerador al sitio en donde este es construido, de esta manera podemos decir que las edificaciones solo crean un problema ambiental en el sitio y sus alrededores donde es emplazada,** la actual práctica arquitectónica en cuanto diseño sostenible y construcción aún no es sostenible. Según el líder biomimético Bill Reed (que co-presidido el desarrollo de las normas LEED desde el principio), podríamos "tener un mundo lleno de edificios LEED platino y todavía destruir el planeta". Estos diseños ecológicos, aunque progresivos, a menudo se enfocan demasiado cerca de la norma existente en una forma que es simplemente "menos mal". Afirma que los diseños tienen que ser "regenerativos", lo que significa que tenemos que contribuir para la biodiversidad, con nuestros propios diseños. Un enfoque que no sólo invierte degeneración de los sistemas naturales de la tierra, sino que crea sistemas que pueden co-evolucionar con nosotros, de una manera que genera beneficios mutuos y crea una expresión total de la vida y la flexibilidad. **Aunado a esto** la crisis económica y financiera ha mostrado la urgencia de remodelar los modelos de producción y consumo actuales: Hay que aprovechar esta coyuntura para introducir los cambios que desde hace años venimos reclamando desde el sector ambiental, urbano y arquitectónico, para conseguir reducir la huella ecológica de nuestro desarrollo.

### **1.2.1 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

En la actualidad, la metodología de diseño arquitectónico sostenible se encuentra en un estado de conformidad, en el cual los proyectos son concebidos como edificios modelo que no aportan nada al ambiente y sin embargo siguen degenerándolo.

### **1.2.2 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo se pueden diseñar edificaciones regenerativas del ambiente, en vez de degenerativas de este?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO PRINCIPAL**

Proyectar a razón de ejemplo, un edificio de oficinas contemplando las teorías de la biomimesis y la sostenibilidad.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar las teorías y diseños biomiméticos, sostenibles y de la arquitectura multifuncional.
- Explorar el potencial de la biomimesis en arquitectura
- Buscar casos análogos ya sea en México o en el mundo acerca de edificaciones o implementaciones de cualquier tipo inspiradas por la biomimesis, la sostenibilidad y la arquitectura multifuncional.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La historia de la arquitectura en el siglo XX se puede considerar como una historia de edificios emulando los artificios y la tecnología. La máquina, como el motor de combustión interna ha sido el símbolo del progreso y la humanidad del dominio de la naturaleza de los últimos cien años. La tecnología nos ha permitido lograr confort en cualquier clima, recorrer largas

distancias en corto tiempo y ha revolucionado todo hasta la producción de alimentos y la fabricación de prendas de vestir. Le Corbusier, uno de los más grandes arquitectos llegó tan lejos como para afirmar que, "las casas eran máquinas para vivir".

Como los motores, nuestros edificios también empezaron a verse más y más similares, independientemente de la cultura o el clima, nuestros edificios tomaron las características de línea de montaje en producción. Un edificio de oficinas en Singapur, tiene el mismo aspecto que un edificio de oficinas en Manhattan y ambos comparten el mismo "perfecto" control del medio ambiente interior.

Por desgracia, al igual que los utensilios de nuestra era, los edificios utilizan la energía y los materiales caprichosamente, agotando los recursos y el uso de la energía en formas que está empezando a alterar el clima mismo del que todos dependemos. Según el US Green Building Council los edificios en los Estados Unidos consumen el 30 % del total de la energía y 60% de la electricidad, mientras que genera 2,5 libras de residuos sólidos por pie cuadrado de espacio de suelo para la construcción.

5 Mil millones de galones de agua, se utilizan por día en los edificios para los inodoros. La raíz del problema fue el convencimiento de que la tecnología combinada con una gran cantidad de energía era la respuesta a cualquier problema de diseño.

El paradigma debe cambiar, "Para emular la naturaleza, nuestro primer reto es describir en sus términos. El día en que la metáfora empiece a fluir de la manera correcta, creo que los modelos basados en la maquina comenzarán a perder adherencia"

Benyus(1997).Biomimicry: innovation inspired by nature pagina 237

Para la biomimesis en arquitectura el modelo más convincente para los edificios del futuro puede ser hallado creciendo prácticamente en cualquier parte del planeta.

Gracias a que la naturaleza ha desarrollado soluciones para todos los problemas que existen o existieron, la biomimesis aplicada a la arquitectura es la mejor solución para lograr que la metáfora cambie, y esto nos ayude a ver el génesis del diseño arquitectónico como la creación de un sistema natural que aportara procesos regenerativos y reestructuradores de su espacio interior y exterior.

### **1.5 HIPOTESIS**

A través del estudio y la aplicación de conceptos de la biomimesis en arquitectura se diseñara una edificación que logre ser regenerativa de su ambiente inmediato y no dañe a este.

### **1.6 ALCANCES**

El proyecto abarcara una investigación teórica sobre la biomimesis y la sostenibilidad haciendo una unión lógica entre estas que logren respaldar el proyecto que incluirá, plantas arquitectónicas, cortes, alzados y perspectivas del modelo tridimensional.

### **1.7 CARÁCTER INNOVADOR**

Se pretende aplicar uno de los factores más importantes de la biomimesis la cual es la adaptabilidad de los organismos y así crear una arquitectura cambiante según las circunstancias que se necesiten, además de ser sostenible y regenerativa del ambiente y no solo abarcar uno de estos puntos, de esta manera se creara un proyecto innovador en su teoría, en sus aplicaciones y en su diseño.

## **1.8 DEFINICIÓN DEL CONTEXTO - USUARIO - OBJETO**

### **CONTEXTO:**

Siendo el proyecto un diseño muestra, se realizara en la ciudad de Veracruz a manera de ejemplo, ya que de esta manera se le darán características específicas del lugar al proyecto sobre las cuales basarse como, temperatura, presión, humedad, velocidad del viento, orientación y de esta manera se creara un proyecto más acertado en su diseño y en su fin arquitectónico.

### **USUARIO:**

Ya que el diseño no cuenta con un contexto físico específico, los usuarios serán planteados como personas de ambos sexos con un rango de edad de entro los 22 años hasta los 65 años, pero siempre teniendo en cuenta que cualquier tipo de persona debe ser capaz de recorrer y vivir la edificación independientemente del genero o la edad.

### **OBJETO:**

Será un edificio de oficinas basado en la biomimesis y la sostenibilidad como su génesis de diseño, creando una edificación que auto regule su temperatura interior con el mínimo uso de energía contaminante.

## **1.9 REFLEXIÓN SOBRE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

La metodología de la investigación es un procedimiento ordenado que se sigue para establecer el significado de los hechos y fenómenos hacia los que se dirige el interés científico de este trabajo para encontrar, demostrar, refutar y aportar un conocimiento. Al haber desarrollado una serie de puntos específicos en este primer capítulo se han podido delimitar los

intereses de este trabajo en maneras específicas y generales, sirviendo como introducción al siguiente apartado.

Todos estos puntos han sido necesarios para poder continuar con la siguiente fase del proyecto, y poder así investigar de manera específica la historia, teorías, normativas, etc. de la biomimesis y la sostenibilidad.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 MARCO DE REFERENCIA HISTÓRICO

La evolución de los llamados diseños verdes ha sido paulatina según la temporalidad, ya que en diferentes épocas de la vida de la humanidad se han dado un gran número de situaciones donde la integridad del planeta donde vivimos se ha visto cuestionada y es por el interés de la sociedad por idear nuevas formas de diseñar edificaciones amables con el ambiente se ha visto reflejado en diferentes tratados, cartas, asambleas y simposios que dieron las primeras pautas sobre la importancia del diseño sustentable en el mundo, sin embargo estas recomendaciones sustentables aunque innovadoras, han creado un efecto de confort en los diseñadores, donde estos creen que siguiendo estas pautas proyectaran edificios que son un aporte positivo al medio ambiente, cuando si bien es cierto que estos diseños son "menos malos", no son la solución permanente que el mundo necesita.

Es por eso que un grupo de diseñadores han tomado un rumbo más abierto y natural, tratando de integrar los acertados conocimientos de la naturaleza a las diferentes tareas humanas que necesitan solución, y con esa ideología crear edificaciones que en su génesis sean además de sustentables en su totalidad, sean



### 2.1.1.1 APARICIÓN Y EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD

Aunque en inglés los términos *sustainability* y *sustainable* (sustentabilidad y sustentable) aparecieron por primera vez en el Oxford English Dictionary durante la segunda mitad del siglo XX, sus equivalentes en francés (*durabilité* y *durable*), alemán (*Nachhaltigkeit*, literalmente "durabilidad" y *nachhaltig*) y holandés (*duurzaamheid* y *duurzaam*) se usan desde hace siglos, Van Zon señala que la demanda de materias primas y sus efectos sobre el ambiente han sido un problema constante durante toda la historia de la humanidad. (Van Zon 2002: 20, 21, 22) Van Zon (2002: 1, 9, 10) Indica que la demanda por materiales crudos y su impacto en el ambiente ha sido una problemática a través de la historia de la humanidad. Ya en las antiguas culturas de Egipto, Mesopotamia, Grecia y Roma ocurrían problemas ambientales (deforestación, salinización y pérdida de suelo fértil) que hoy llamaríamos problemas de sostenibilidad.

Platon en el siglo V a.C. Estrabón y Columela en el siglo I a.C. y Plinio el viejo en el siglo I d.C discutieron distintos tipos de degradación ambiental que resultaban de actividades humanas como la agricultura, la tala y la minería. Estos autores no solo estaban conscientes del deterioro ambiental, sino que recomendaban lo que ahora llamaríamos practicas sostenibles para conservar la "juventud eterna" de la tierra. Más de un siglo antes de que el término se volviera de uso común, aparecieron varias publicaciones que se ocupaban de lo que ahora llamaríamos "desarrollo sostenible".

En *principles of political economy*, publicado por primera vez en 1848, John Stuart Mill incluyó un breve capítulo sobre el "estado estacionario", que implicaba una condición estacionaria del capital y la población, pero no del mejoramiento humano. "Sinceramente espero, por el bien de la posteridad", escribió,



A Marsh no le interesaba proteger la naturaleza per se, sino por el bien de la humanidad. Su postura es cercana a la de los defensores actuales del desarrollo sostenible. En su valoración retrospectiva de los éxitos y fracasos del siglo XIX, intitulado *Our wonderfull century* (1898), Alfred Russell Wallace incluyó un capítulo sobre "la destrucción imprudente de los productos almacenados de la naturaleza" y considero la extracción ilimitada de carbón, petróleo, gas y minerales. Asi como la explotación de las selvas, como un "daño a la posteridad". Van Zon concluye que todos los temas que abarca el informe de Brundtland de 1987 ya estaban presentes en el texto de Wallace.

A partir de esta revisión queda claro que las raíces del concepto de sostenibilidad pueden rastrearse hasta las épocas antiguas, pero que el crecimiento poblacional, el aumento en el consumo después de la revolución industrial y el peligro de que los recursos clave, como madera, carbón y petróleo pudieran agotarse dispararon la conciencia de la necesidad de usar los recursos de manera sustentable. Los temores de que las generaciones presentes y futuras no pudieran mantener sus niveles de vida estimularon una manera de pensar inspiradora de los discursos que prepararían el camino para la aparición y adopción global del desarrollo sostenible.

#### **2.1.1.2 LAS IDEAS DE CRECIMIENTO Y DESARROLLO EN EL SIGLO XX**

El siglo XX fue un siglo de fluctuación entre perspectivas optimistas y pesimistas sobre el desarrollo humano. El optimismo, reflejado en las predicciones de las primeras décadas de las posibilidades casi ilimitadas que generaban los avances científicos y tecnológicos, se hizo trizas con el desastre económico y la destrucción de las guerras mundiales durante la primera mitad del siglo. Por momentos, parecía inminente el

colapso de la civilización occidental dominante. Pero poco después de la segunda guerra mundial, a partir de la década de 1950, un auge económico sin precedentes abrió brecha para un nuevo optimismo en cuanto a las posibilidades de elevar los niveles de vida en todo el mundo. Sin embargo, fue también en este periodo de expansión industrial y económica cuando la crisis ambiental comenzó a percibirse en el horizonte, obligando a la gente a cambiar sus supuestos básicos sobre el crecimiento y el desarrollo.

#### **2.1.1.3 EL CONTEXTO HISTORICO EN QUE NACE EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

Para finales de la década de 1960 y principios de la siguiente, el antiguo crisol donde habían fundido las distintas ideas de progreso, sostenibilidad, crecimiento y desarrollo comenzó a apuntar hacia una nueva dirección, la del desarrollo sustentable. Después de dos guerras mundiales, resultaba evidente que, particularmente desde el punto de vista moral, había desventajas en los avances científicos y tecnológicos que habían generado progreso material y facilitado la vida cotidiana. Estos avances habían entregado a la gente los medios para perpetrar el mal generar sufrimiento en una escala mayor que antes (Von Wright 1997: 9, 10).

Para la década de 1970, la idea del progreso constante estaba perdiendo mucha de la fascinación que había tenido para las generaciones anteriores. Para entonces, la gran idea de progreso había justificado el predominio del libre mercado, la explotación colonial de las sociedades no occidentales y la devastación de la biosfera. Pero el progreso, de acuerdo con los críticos del concepto, solo era una ilusión. Durante el periodo de expansión industrial y comercial sin precedentes que siguió a la segunda guerra mundial, la gente se volvió consciente de las amenazas que representaban para el entorno, y para su propia supervivencia como

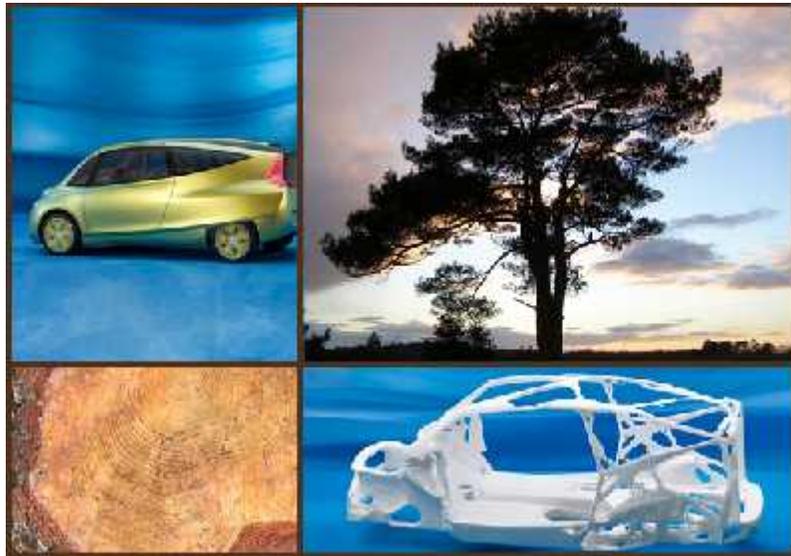


la tierra se celebró por primera vez en 1970, Arranco el movimiento verde, surgieron las primeras organizaciones no gubernamentales ambientalistas, como Greenpeace y Amigos de la Tierra, los grupos ambientalistas se volvieron más directos y osados, el ecologismo se convirtió en una ideología de cierta importancia y comenzaron a tener influencia los partidos verdes o ecologistas. (ver SD Gateway 1999)

La preocupación ambiental se volvió más aguda y radical por el temor de que el crecimiento económico podría amenazar la supervivencia de la especie humana y el planeta. Se expresaba ansiedad en la creciente bibliografía académica: "si continuamos con nuestras prácticas actuales, enfrentaremos un constante deterioro de nuestras condiciones de vida" (Nathan Glick en Dubos et al. 1970) y "hay un verdadero peligro de que la humanidad destruya la posibilidad del planeta de sostener la vida" (LaMont C.Cole en Dubos et al.1970) Este ánimo alarmista, a la expectativa de una inminente catástrofe ecológica, estimuló una nueva manera de pensar acerca del desarrollo sustentable como una alternativa al crecimiento económico ilimitado.

#### **2.1.1.4 AUMENTA LA CONCIENCIA DE LOS LÍMITES DE DESARROLLO**

Las expectativas de un crecimiento económico ilimitado se empañaron con la recesión económica mundial de mediados de la década 1970 (1974-1976), consecuencia de la primera crisis petrolera de 1973, que había demostrado las posibles consecuencias de la escasez de recursos. Las restricciones al crecimiento de los mercados mundiales se atribuyeron a las crecientes desigualdades, que impedían la ampliación del mercado necesario para la continuidad del crecimiento. Todos los esfuerzos por reanimar la economía mundial fracasaron y la recesión se prolongó hasta finales de la década de 1980. La recuperación del hemisferio norte comenzó apenas a finales de esa década (Tylecote 1992: 255 - 271).



Las bases conceptuales de uso actual del término "desarrollo sostenible" se consolidaron a principios de la década de 1970. En la declaración de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, realizada en Estocolmo en 1972, la primera de una serie de conferencias internacionales sobre la amenaza de la crisis ecológica, se declaró: Hemos llegado a un momento de la historia en que debemos orientar nuestros actos en todo el mundo atendiendo con mayor solicitud a las consecuencias que puedan tener para el medio ambiente.

Por ignorancia o indiferencia, podemos causar daños inmensos e irreparables al medio ambiente terráqueo del que depende nuestra vida y nuestro bienestar. Por el contrario con un conocimiento más profundo y una acción más prudente, podemos conseguir para nosotros y para nuestra posteridad unas condiciones de vida mejores en un medio ambiente más en consonancia con las necesidades y aspiraciones del hombre.

La defensa y el mejoramiento del medio ambiente humano para las generaciones presentes y futuras se ha convertido en meta imperiosa de la humanidad, que ha de perseguirse al mismo tiempo que las metas fundamentales ya establecidas de la paz y el desarrollo económico y social en todo el mundo, y de conformidad con ellas (Naciones Unidas 1972).

#### **2.1.1.6 LA COMISIÓN BRUNDTLAND**

Durante la década de 1980 se popularizó el nuevo paradigma del desarrollo sostenible. El término se usó en la estrategia Mundial para la Conservación (1980) de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) de la ONU, en Building a sustainable society ("hacia una sociedad sustentable") de Lester R. Brown (1981) y en El atlas Gaia de la gestión del planeta de Norman Meyer (1984). La ONU comisionó a un grupo de 22 personas de países desarrollados y en desarrollo para que identificaran





sobrepoblación, el exceso de producción industrial, la contaminación y el agotamiento de los recursos naturales. Al mismo tiempo en París la UNESCO celebró su conferencia General Número 17, cuyo enfoque estaba dirigido a la herencia cultural y los recursos naturales como patrimonio común del hombre, quien tiene la responsabilidad de su cuidado y disfrute presente y futuro. Por su parte la ONU realizó la Conferencia de Estocolmo sobre el Medio Ambiente, llamando a considerar la convivencia unitaria entre el medio natural y el entorno humano en la búsqueda del bienestar.

En los años 60 se publicaron numerosos textos que incidían en la integración de la arquitectura con el medio, como los de Ian Mac Harg en 1967, Victor Olgyay en 1969 o Edward Marzria en 1979; sentando las bases teóricas y científicas de todos los aspectos técnicos relacionados con el confort humano y de lo que se denominaría arquitectura bioclimática.

Las construcciones actuales deben responder acertadamente a las condiciones climáticas del lugar en donde se proyecta y hacer uso de los materiales que beneficiarán la sensación de confort de sus ocupantes, sin impactar drásticamente el medio ambiente.

En 1998 fue fundado el LEED, Leadership in Energy and Environmental Design en Estados Unidos. Dicho organismo evalúa la mayor eficiencia energética y el menor impacto ambiental de casas, edificios y barrios. Los puntos que toma en cuenta son: el ahorro de agua, la eficiencia energética, los materiales y la calidad del aire interior.

En 2002 se realizó la cumbre mundial sobre el desarrollo sostenible, con la asistencia de más de un centenar de Jefes de Estado y de alrededor de 60 000 personas, incluidos los delegados, los representantes de la ONG, los periodistas y las empresas. Este encuentro pretendía ofrecer un discurso ecologista como parte de

la labor de concienciación sobre la importancia del desarrollo sostenible, para que todas las personas puedan satisfacer sus necesidades presentes y futuras, sin dañar el medio ambiente. Se constituyó como un instrumento de coordinación entre distintos actores de la sociedad internacional con el propósito de incentivar a la población internacional, y que la protección ambiental fuese compatible con el crecimiento económico, y el desarrollo social, mediante la suma de los esfuerzos y de las capacidades de las partes involucradas.

#### **2.1.1.7 ANTECEDENTES DE LA BIOMIMESIS**

Mientras que en los años 80 el concepto de "desarrollo sostenible" estaba siendo popularizado y cada vez más reconocido por el mundo, un nuevo tipo de conciencia ambiental crecía en cierto grupo de científicos, los cuales tenían una idea de sostenibilidad mas integral con la naturaleza y no creían que la solución a los problemas ambientales del mundo solo deberían estar basados en las ideas limitadas del desarrollo sostenible.

El termino biomimesis apareció en 1982 y fue popularizado por la científico y autora Janine Benyus en su libro Biomimicry 1997: Innovation Inspired by Nature. Biomimesis se define en su libro como una "nueva ciencia que estudia los modelos de la naturaleza y luego imita o toma la inspiración de estos diseños y procesos para resolver problemas humanos." Benyus sugiere mirar a la Naturaleza como un "modelo, la medida, y Mentor" y hace hincapié en la sostenibilidad como objetivo de la biomimesis.

Pero los críticos y filósofos desde la antigua Grecia han recurrido a organismos naturales para ofrecer modelos perfectos de ese equilibrio armónico y proporcional entre las partes de un diseño que es sinónimo con el ideal clásico de belleza. Las cualidades de un todo, de integridad, de una unidad en la



famosos. Le Corbusier declaró la biología como "la gran nueva palabra en la arquitectura y la planificación. "

En 1998 Se funda Biomimicry Guild la cual es una organización no-sólo-para-ganancia. Biomimicry Guild es la única consultoría de innovación en el mundo en utilizar el conocimiento profundo de la adaptación biológica, la educación y la práctica de la innovación para ayuda a los diseñadores, ingenieros, arquitectos y líderes empresariales para resolver problemas de una manera sostenible mediante el uso de la biomimesis.

Después de algunos años en el 2005 se crea el Biomimicry Institute la cual es una organización sin fines de lucro con el objetivo de crear un planeta más saludable y más sostenible mediante la creación de una comunidad global de personas que están aprendiendo y emulando la genialidad de la Naturaleza.

En 2008 Se crea AskNature.org Debido a un patrocinio de Autodesk, el Instituto Biomimicry fue capaz lanzar AskNature.org en 2008. La idea detrás AskNature es crear una fuente de inspiración en línea para la comunidad biomimética, un proyecto de código abierto, construido por la comunidad y para la comunidad. En este sitio se pueden encontrar las ideas más elegantes de la naturaleza organizadas por el diseño y la función de ingeniería, de esta manera en la web se puede introducir "filtro de agua salina" y ver cómo los manglares, pingüinos y aves costeras desalinizan sin combustibles fósiles. De igual manera se puede conocer a las personas que han estudiado estos organismos, y juntos pueden crear la próxima gran solución bio-inspirada. Esa es la idea detrás de AskNature, la fuente de inspiración para la comunidad en línea biomimética. Se puede pensar de esta página como un hábitat propio para los usuarios, si se es un biólogo por ejemplo este es el lugar donde compartir la información valiosa acerca de los organismos que se estudien, o si se es un diseñador, arquitecto,

ingeniero o químico en busca de soluciones de este planeta. AskNature es donde la biología y el diseño se cruzan, para que los avances bio-inspirados puedan nacer.

El problema con la analogía biológica de la arquitectura en el pasado es que gran parte de ella ha sido superficial como de un libro ilustrado: fotos artísticas de las maravillas de la naturaleza a través de un microscopio, se yuxtaponen con los edificios o los productos de diseño industrial. Pero en una analogía a un nivel más profundo puede ser una fuente fundamental de comprensión y de conocimiento científico, como muchos escritores han señalado a este respecto.

Aunque es mucho lo que es completamente nuevo en recientes desarrollos biológicos en la práctica y la teoría del diseño, este trabajo a menudo tiende a repetir o reinterpretar las ideas en la historia temprana de la analogía biológica. La investigación moderna en biomimesis (análisis de ingeniería de organismos y su comportamiento con el fin de aplicar los mismos principios de diseño) da un nuevo nombre y nuevo rigor a lo que sucedía bajo la bandera de Biotécnicas en la década de 1920 y 1930.

## 2.1.2.1 LINEA DEL TIEMPO BIOMIMESIS

1974

El termino biomimesis entra en el Diccionario Webster y se define como "el estudio de la formación, estructura y función de las sustancias de origen biológico y materiales (como enzimas o seda) y los mecanismos y procesos biológicos (como la síntesis de proteínas o la fotosíntesis), especialmente con el fin de sintetizar productos similares por mecanismos artificiales que imitan los naturales".

1996

Eastgate Center

Diseñado para ser ventilado y refrigerado por medios totalmente naturales, probablemente el primer edificio en el mundo en utilizar refrigeración natural a este nivel de sofisticación, este logro fue gracias a la biomimesis de las montañas de las termitas que siempre se mantienen a una misma temperatura en su interior sin importar la temperatura del exterior.



1997

El termino biomimética fue popularizado por la científica y autora Janine Benyus en su libro Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. Biomimicry se define en su libro como una "nueva ciencia que estudia los modelos de la naturaleza y luego imita o toma la inspiración de estos diseños y procesos para resolver problemas humanos". Benyus sugiere mirar a la Naturaleza como un "modelo, la medida, y Mentor" y hace hincapié en la sostenibilidad como un objetivo de la biomimética.



1998

Se funda Biomimicry Guild la cual es una organización no-sólo-para-ganancia. Biomimicry Guild es la única consultoría de innovación en el mundo en utilizar el conocimiento profundo de la adaptación biológica, la educación y la práctica de la innovación para ayuda a los diseñadores, ingenieros, arquitectos y líderes empresariales para resolver problemas de una manera sostenible mediante el uso de la biomimesis.

2001

Proyecto Eden

Arq. Michael Pawlyn

El Proyecto Eden es un complejo medioambiental de 50 hectáreas de extensión, inspirado en la naturaleza y el desarrollo sostenible.



2005

Creación del Biomimicry Institute  
Es una organización sin fines de lucro con el objetivo de crear un planeta más saludable y más sostenible mediante la creación de una comunidad global de personas que están aprendiendo y emulando la genialidad de la Naturaleza

2008

Se crea AskNature.org  
Debido a un patrocinio de Autodesk, el Instituto Biomimicry fue capaz de lanzar AskNature.org en 2008. La idea detrás de AskNature es crear una fuente de inspiración en línea para la comunidad biomimética, un proyecto de código abierto, construido por la comunidad y para la comunidad.

## 2.1.2 LINEA DEL TIEMPO SOSTENIBILIDAD

2009

Negociaciones Climáticas de Copenhagen

2008

Ideas de la economía verde entran en la corriente principal

2008

Los científicos introducen el concepto de "límites planetarios"

2007

La atención pública aumenta acerca del cambio climático. El documental del ex vicepresidente de EE.UU. Al Gore "Una verdad incómoda", gana un premio de la Academia, y los pronósticos alarmantes del IPCC sobre la salud del planeta alcanza los titulares.

2005

Entra en vigor el Protocolo de Kyoto

2002

Cumbre mundial sobre el desarrollo sostenible

2000

Aumenta el número de municipios y corporaciones que comienzan a exigir y establecer normas internas para edificios verdes dentro de sus organizaciones.

1998

Green Building Challenge - Representantes de 14 países se reunieron para crear un instrumento de evaluación internacional que tenga en cuenta las condiciones regionales y nacionales del medio ambiente, la equidad económica y social

1993

EE.UU. Green Building Council Fundado

1992

AIA Guía Ambiental de recursos de la AIA - La primera evaluación de los productos de construcción basados en el análisis del ciclo de vida.

1991

Se lanza el programa de edificios verdes de Austin, TX

1990

El International Institute for Sustainable Development es establecido en Canada

1987

Reporte Brundtland - Las Naciones Unidas sobre la Comisión Mundial del Medio Ambiente y el Desarrollo proporcionó la primera definición del término "desarrollo sostenible" como aquel que "satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades".

1985

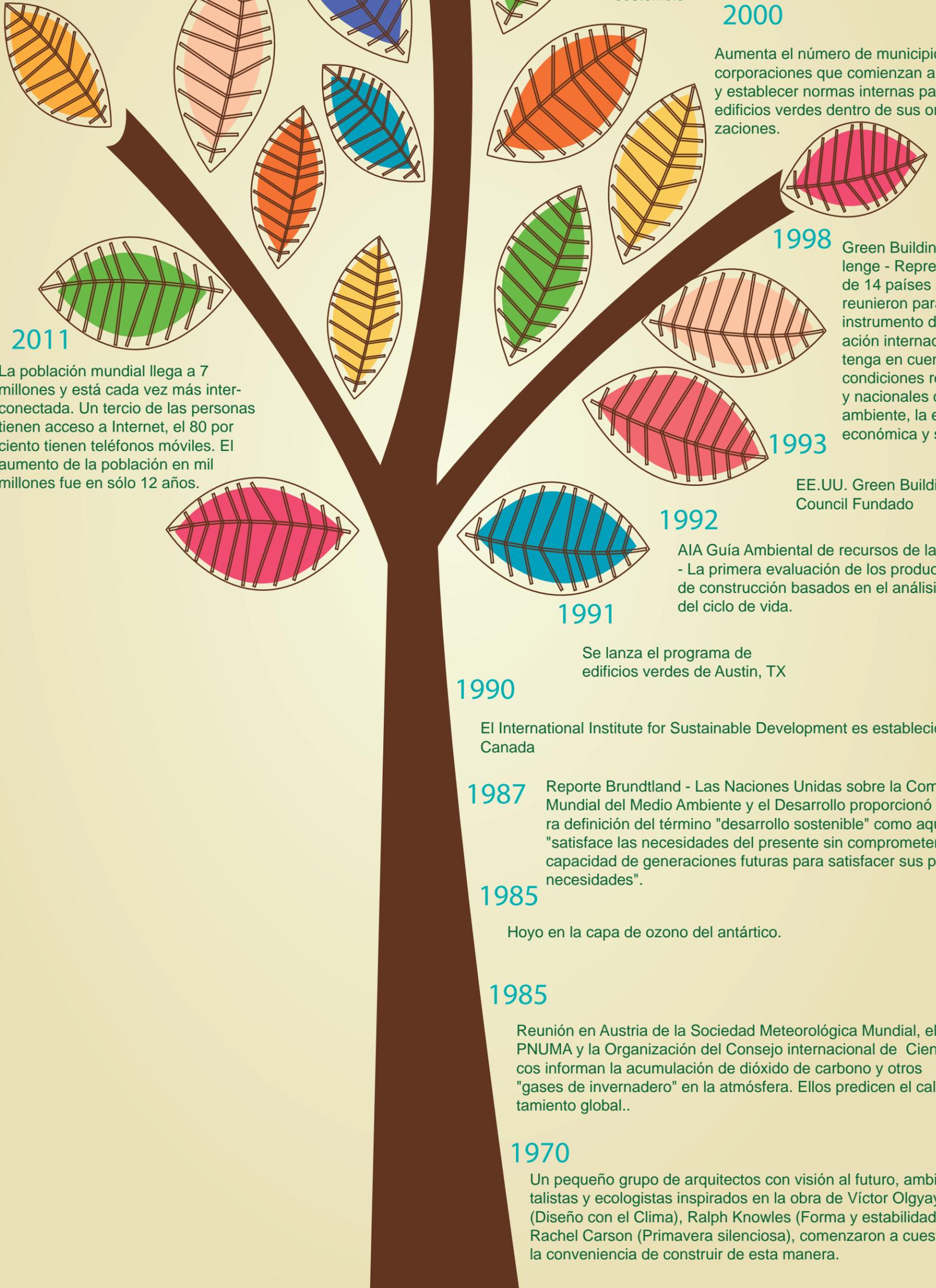
Hoyo en la capa de ozono del antártico.

1985

Reunión en Austria de la Sociedad Meteorológica Mundial, el PNUMA y la Organización del Consejo internacional de Científicos informan la acumulación de dióxido de carbono y otros "gases de invernadero" en la atmósfera. Ellos predicen el calentamiento global..

1970

Un pequeño grupo de arquitectos con visión al futuro, ambientalistas y ecologistas inspirados en la obra de Víctor Olgyay (Diseño con el Clima), Ralph Knowles (Forma y estabilidad), y Rachel Carson (Primavera silenciosa), comenzaron a cuestionar la conveniencia de construir de esta manera.



### **2.1.3 REFLEXIÓN HISTÓRICA**

Después de finalizar el análisis de la historia de la sostenibilidad y la biomimesis, se puede ver fácilmente la razón por la cual estas dos corrientes surgieron y el por qué de que estén relacionadas.

Empezando por la realización de la gente ante la inminente crisis ecológica que se ha estado dando en el último siglo, catalizando de manera acelerada y cada vez más constante la preocupación de crear sociedades, productos, sistemas, diseños, etc. ecológicamente amigables con el ambiente, al igual que se llevaron a cabo una serie de reuniones, eventos, juntas mundiales, para reer los problemas ecológicos del planeta, todo esto principalmente acerca del concepto de sostenibilidad, al cual la mayoría de las personas con tendencias de cambio ecológico se apegan mas, tomando en cuenta las ventajas y desventajas de la sostenibilidad, se creó una corriente de diseño basada puramente en la innovación de ideas basadas en la misma naturaleza, a esta corriente se le llamo biomimesis, y de esta manera tratar de abordar el tema de la ecología de una perspectiva mucho más lógica, ya que no hay nada más en sinergia con el planeta que su propia fauna y flora, y nadie sabe mas como resolver los problemas del mundo que ellos. Por lo tanto la idea de unir las ventajas ya existentes de la sostenibilidad y el génesis resolvedor de problemas básicos de la biomimesis es cada vez más la idea razonable a donde llevar nuestros diseños.

### **2.2 MARCO DE REFERENCIA TEÓRICO-CONCEPTUAL**

Si viéramos a la naturaleza como un modelo para el diseño, nosotros podríamos encontrar que en su inteligencia todo está conectado. Esta conectividad es expresada en el arreglo de electrones más pequeño hasta el alineamiento macroscópico estelar

más grande. Todo parece producir un efecto en algo más, una conexión, una liga entre sus alrededores, una relación a su todo.

Silenciosamente, el mundo con su equilibrio, nos está diciendo que son realmente la armonía y el balance, y pacientemente como lograrlas.

Firmemente se cree que escuchando esta conversación de nunca acabar que pasa en la naturaleza, puede potencializar nuestros diseños, la forma en que pensamos y la forma en que vivimos.

En arquitectura nosotros podríamos usar edificios que utilicen energía más eficientemente; edificios que reaccionan al medio ambiente con la sensibilidad de un organismo natural; edificios que actúen mas como que ellos son parte de la naturaleza en vez de algo completamente separado del ambiente.

La posibilidad existe que los edificios se puedan convertir mejor en la conversación con sus alrededores naturales.

### **2.2.1 ARQUITECTURA SOSTENIBLE**

La arquitectura sostenible considera la orientación, disposición, forma y expresión arquitectónica como una interacción de factores tecnológicos con intenciones culturales y condiciones del medio. Además incorpora materiales, sistemas constructivos, dispositivos naturales y tecnología activa y pasiva para minimizar el impacto sobre el medio.

Se cuida en el diseño sustentable los aspectos mencionados con anterioridad, de igual manera el ahorro de energía y de materiales no renovables, el confort, la reducción en la producción de residuos, la seguridad y la habitabilidad son tomados en cuenta por los arquitectos, constructores, promotores o instaladores.

Una de las grandes piezas importantes de las ciudades son los edificios y si estos están inspirados en los análisis del ciclo de vida, pueden tener una contribución enorme a la sostenibilidad de la ciudad; generando su propia energía de diversas maneras, captando y reciclando toda el agua que necesite, utilización de materiales reciclados; transformación de dióxido de carbono producido por el edificio en oxígeno nuevo mediante la plantación arbórea y la promoción del reciclaje de residuos.

Se debe analizar el entorno del edificio para de esta manera optimizar el uso de las fuentes energéticas naturales y tener así un conocimiento preciso de lo que espera el futuro habitante o usuario. A través de varios años de investigación se han creado distintas herramientas para crear diseños sostenibles con el medio ambiente; por ejemplo, con la ayuda de colectores se pueden transformar los rayos solares en calor y utilizarlos en calefacción, agua caliente sanitaria o para lograr una ventilación térmica. Otro aspecto del uso eficiente de la energía es el empleo racional de generadores, que transforma el calor en energía eléctrica. Además las fachadas con doble piel no sólo cuidan de las pérdidas de calor, sino que además protegen los mecanismos para proporcionar sombra.

Tanto el deseo de exaltación estético que buscan alcanzar los edificios, como la demanda de soluciones tecnológicas; impulsan la búsqueda de un entorno sensible a las necesidades humanas. La sostenibilidad social, ecológica, cultural y tecnológica serán las medidas que se empleen para evaluar los edificios del mañana.

### **2.2.2 ARQUITECTURA SOSTENIBLE PASIVA**

El diseño sostenible utiliza herramientas activas y pasivas y así impactar menos el medio ambiente; sin embargo siempre se debe

intentar resolver el proyecto como primera idea con las medidas pasivas, pues sirven como base del diseño sostenible. En esta postura la orientación, la disposición y la forma general del edificio están condicionadas por el mejor aprovechamiento de los factores naturales del sitio y se le conoce comúnmente como: Arquitectura bioclimática, low-tech o arquitectura climática (solar, eólica).

La arquitectura bioclimática es aquella que busca la calidad del ambiente construido y el uso eficiente de la energía en todo su ciclo de vida, de modo que el objeto arquitectónico esté integrado en el medio ambiente en equilibrio con el ecosistema en el que se inserta.

Existen varias herramientas para propiciar el confort térmico; como tomar en cuenta la ubicación de las distintas áreas que componen una construcción en función de la posición del sol para iluminarlas naturalmente y para el bloqueo de ésta, se cuenta con celosías, persianas, cortinas, aleros, toldos, etc. Este control ambiental pasivo implica en muchos casos la acción humana, convirtiéndose los mismos usuarios en elementos controladores del sistema, ya sea abriendo y cerrando puertas, ventanas, persianas, etc.

Para propiciar condiciones agradables de ventilación, se requiere del correcto dimensionamiento y posición de sus vanos para propiciar el efecto venturi y la ventilación cruzada. Además existen diversos aislantes térmicos naturales, como los techos o paredes verdes, que disminuyen la sensación de calor en el interior de las construcciones. Pero una medida muy valiosa, sencilla y totalmente natural, es la plantación de arbolado con el propósito de generar sombras y aumentar el frescor.



Arcosanti es una ciudad experimental que combina la arquitectura y la ecología, originando el término arcología, creado por el mismo Soleri. La reducción del entorno físico de la ciudad permite la conservación efectiva de la tierra, la energía y los recursos.

### **2.2.3 ARQUITECTURA ECOLÓGICA**

La arcología creada por Paolo Soleri es su forma de denominar a la arquitectura ecológica, de resumir en una palabra la construcción y el entorno natural; por ello dicho personaje mediante sus técnicas pasivas a gran escala, busca conciliar la relación entre el hombre y la naturaleza. El origen oficial de la arquitectura ecológica data de 1970, pues en ese momento se volteó la mirada al proyecto ecológico y por primera vez se le da la gran importancia que tiene, por lo que fue inevitable que las escuelas de arquitectura, se preocupasen más por el ahorro de energía como punto de partida.

El concepto de la arquitectura ecológica se ha transformado y enriquecido enormemente hasta el día de hoy, pues trata una serie de problemáticas muy diversas; pero con un fin en común: impactar menos al ambiente. La arquitectura ecológica plantea una conceptualización formal y expresiva bastante libre, condicionada sólo por el compromiso de bajo impacto ambiental y la utilización de materiales ecológicos. Así se puede encontrar referencias modernistas, minimalistas, etc., que pretenden conseguir una arquitectura con un carácter contemporáneo, pero responsabilizándose de su compromiso ecológico.

La orientación, los dispositivos y la forma están parcialmente condicionadas por los factores naturales, ya que prevé la incorporación de técnicas avanzadas para mejorar el rendimiento ambiental. Su edificación incorpora materiales, sistemas constructivos y dispositivos reconocidos como ecológicos, de

ahorro de energía, tecnología pasiva y activa para cumplir con el objetivo de bajo impacto.

Esta postura arquitectónica hace uso de las ecotecnias, es decir de la aplicación de conceptos ecológicos, mediante una técnica determinada para hacer más acorde nuestro hábitat al medio que lo rodea; logrando un mayor confort. Las ecotecnias, que hoy se consideran como algo novedoso dentro del campo del diseño arquitectónico, no son más que retomar la ley natural y aplicar los conocimientos del medio y del clima, como lo hacían antiguamente los arquitectos, que se basaban en la observación de la naturaleza.

Dentro de las recomendaciones para el diseño ecológico se propone el uso racional de la energía eléctrica y por ello para el acondicionamiento climático de bajo costo, conviene elegir una orientación adecuada, tomar los vientos dominantes para posibles ventilaciones cruzadas, una adecuada altura de piso a techo, una distribución interior que permita aireamiento, techos lo suficientemente volados para sombrear los muros o ventanas, un aislamiento térmico correcto contribuye a mejorar los efectos de la ventilación.

Para evitar la penetración solar excesiva se pueden utilizar celosías; mientras que las pantallas vegetales sobre el techo, así como las enredaderas en muros, también impiden el calentamiento interior.

Aplicar dichas técnicas mencionadas en párrafos anteriores, demuestra el interés por integrarse con el medio que nos rodea; además se puede depender lo menos posible de los sistemas de infraestructura de la ciudad, procurando abatir el gasto de agua potable, reutilizando las aguas jabonosas y re infiltrando o

captando las pluviales, por citar algunas recomendaciones ecológicas.

#### **2.2.4 BIOMIMESIS EN ARQUITECTURA**

#### **2.2.5 ENTENDIENDO EL ECOSISTEMA PARA APRENDER COMO TRABAJAR CON LA NATURALEZA.**

#### **2.2.6 EVOLUCIÓN**

El ambiente en el que los organismos se desarrollan es un factor primordial por la manera en que las criaturas evolucionaron. Sus formas, sus mecanismos de defensa, la forma en que se mueven, etc., son un resultado de la manera en la que viven. La teoría de la evolución explica que los organismos más exitosos son aquellos que son más *adaptables* al cambio constante de sus alrededores.

La adaptabilidad exitosa es contable según los cambios que ha hecho cada organismo para vivir más eficientemente, para tener un estable rango de nacimientos y para ser autosuficientes consigo mismos y su hábitat, lo cual se traduce en una relación armoniosa con su ecosistema.

Este modelo de evolución es analógico con la arquitectura la cual está siempre avanzando, siempre adaptándose, siempre tratando de ser más eficiente. Durante la última década nos hemos dado cuenta cuán ineficientes nuestros diseños han sido en términos de economía global. Seguir el proceso evolutivo de los organismos vivientes nos puede llevar a encontrar mejores generaciones para la evolución arquitectónica.

#### **2.2.7 ORDEN Y CAOS**

Decir que hay un orden en la naturaleza sería tan ambiguo como proclamar que los árboles en un bosque están perfectamente alineados. La palabra *orden* cubre un poco más que solo la simpleza



fuera de la órbita y también proveernos de comida para nuestra vida de cada día.

En un proyecto que mira el ¿Cómo trabajar como la naturaleza para trabajar con la naturaleza? (y viceversa), es imperativo tratar de encontrar este orden.

Explicar el orden y el caos es simplemente para entender como las cosas funcionan en el aparente caos de ecosistemas. El beneficio de saber cómo las plantas se relacionan con los animales y como los minerales interaccionan con todo el espectro de la vida, para cuando se aplicado al diseño arquitectónico podamos tomar decisiones conscientes de no tirar un árbol porque afectara el drenaje de la lluvia.

Sabiendo que el caos abre numerosas posibilidades para el diseño, si un diseñador ha tomado el acercamiento de no interrumpir la naturaleza, él o ella no debera mutilar el diseño para acomodarse al ambiente existente. Al contrario, sabiendo cuales son los efectos de sus acciones un diseñador puede potencializar la funcionalidad de un sitio natural existente sin perder la efectividad de un tipo de edificio.

#### **2.2.8 PRINCIPIO ARQUITECTONICO: DISEÑO BIOMIMETICO**

La biomimesis es un método de diseño que busca soluciones de diseño mimetizando las estrategias probadas por el tiempo de la naturaleza. El propósito de imitar las estrategias de la naturaleza es crear productos, sistemas, procesos, etc., que estén bien adaptados a la vida en la tierra a largo plazo.

Un diseño biomimético por esencia es sustentable, porque sigue los principios de la vida. Siguen el mismo patrón de crecimiento, asamble, evolución, eficiencia, etc. Imitar a la naturaleza también toma en consideración la diversidad y como cada elemento

interacciona dentro de toda la biosfera con el fin de tener un buen rendimiento.

Rendir bien significa salvar energía, optimizar fuerza de trabajo y permitir a la energía trabajar en sinergia con otros sistemas. La eficiencia de la naturaleza también es vista en las formas; haciendo todo material eficiente a su costo lo más posible. Aun en el periodo de transición de cuerpo a polvo, el sistema se recicla a si mismo re-utilizando todo para no producir perdidas.

### **2.2.9 MÉTODO DE ESTUDIO**

Para facilitar el entendimiento de cómo trabajar como la naturaleza, la propuesta es dividir el estudio en tres aspectos; productos, sistemas y procesos. Estas tres diferentes capas, analizan la macro y microscópica relación entre elementos del diseño.

Empezando con productos, el estudio muestra como elementos del diseño dirigen diferentes necesidades del programa. Luego, uniendo los productos, en una cadena de sistemas revela como diferentes funciones trabajan dentro de un "organismo arquitectónico". Para mostrar el proceso de como todas las piezas vienen juntas y como se transforman en un diseño eficiente, el estudio mira a como los productos y sistemas crecen, refinan y evolucionan como una entidad.

### **2.2.10 PRODUCTOS, SISTEMAS Y PROCESOS**

La idea básica detrás de la división del proceso de diseño en *productos, sistemas y procesos* es para mostrar como micro y macro mecanismos interaccionan consigo mismos. La interacción entre estos primeros dos en el tiempo revelan procesos que pueden ser analizados desde el punto de vista de evolución, crecimiento, patrones secuenciales, etc.

### **2.2.11 PRODUCTOS**

En el campo de la biomimesis un producto puede ser muchas cosas, pero ya que nuestro objetivo es el diseño arquitectónico, nos referiremos a los elementos individuales que hacen trabajar a un edificio (fachadas, columnas, ventanas, trabes, puertas, etc.)

La diferencia de estos productos con su equivalente común es que ellos, como fue dicho anteriormente, son inspirados por la naturaleza. Veamos un ejemplo.

### **2.2.12 SISTEMAS**

La energía no es creada o destruida, es constante y siempre cambiante. En el universo la energía es transformada de un estado a otro, nunca siendo desperdicio. En la industria de los edificios la pérdida de energía es un gran factor económico. Los sistemas son normalmente diseñados para que la energía sea usada a la capacidad máxima. Admitir nuestra juventud tecnológica en la optimización de energía nos debería hacer que empezáramos a ver a la naturaleza para más inspiración, ejemplo: celdas solares inspiradas por la fotosíntesis de las hojas.

Un ejemplo de un paso adelante en el diseño de edificios, *the dockside green complex* in Canada es una de las pocas compañías que explora como los sistemas integrados en un edificio pueden ayudar a reducir la energía y ahorrar miles de dólares a los usuarios. Manejando eficientemente y reutilizando utilidades, la comunidad de Dockside green ha sido capaz de no tan solo ser más autosuficiente, pero también regresar beneficios de su éxitos a comunidades adyacentes.

### **2.2.13 PROCESO**

La interacción entre productos puede ser un poco difícil de ligar. Principalmente están profundamente conectados in la forma en que

trabajan juntos. Estas interacciones pueden ser mejor entendidas desde el punto de vista de los procesos. En la naturaleza, los elementos no son colocados al azar dentro de sistemas o creados para el simple hecho de verse bien, como tener dos brazos o una boca; todo tiene su proceso de creación.

Hay varios mecanismos invisibles que el mundo utiliza para ensamblar las cosas, puede ser llamado evolución, crecimiento, adaptabilidad, proporciones, personalidad, etc. Todos estos mecanismos cosieron juntos a los organismos para crear una completa entidad interconectada que trabaje con el ambiente.

Por un largo tiempo hemos creado edificios que no se conectan muy bien con el ambiente. Los cuales que si lo hacen, son los que podemos ver siendo beneficiados de ser mejores a adaptarse a nuestras necesidades actuales de eficiencia energética. Viendo procesos naturales podemos ensamblar sistemas que funcionen junto como uno con el ambiente.

#### **2.2.14 CONSTRUCCIÓN A LARGO PLAZO CONTRA CONSTRUCCIÓN A CORTO PLAZO.**

La arquitectura y los edificios no son objetos de consumo, son objetos de uso. Solo pueden ser reconstruidos en una perspectiva de permanencia de materiales. Sin ese rendimiento, sin arquitectura que trascienda la duración de vida de sus constructores, no espacio público, no expresión colectiva como el arte es alguna vez posible (Krier, 1985)

Este era el pensamiento de Leon Krier casi hace dos décadas, refiriéndose a la durabilidad de la arquitectura o su trascendencia que no es solo física sino también colectiva.

El argumento principal aquí es si los edificios deberían durar más que la propia vida de sus constructores. ¿Esa durabilidad trae

sentido a su existencia? Y si lo hace, ¿Cómo afecta nuestras vidas?

Si vemos a la naturaleza, los organismos tienen un periodo de existencia y después de que su periodo termino, se transforman en algo más. Aunque si vemos a los refugios naturales la mayoría de estos tienden a durar más que un organismo viviente, trascendiendo en parte de un estilo de vida de colonia de muchas generaciones.

La pregunta plantea si vamos a ver a la naturaleza para la durabilidad de un edificio, ¿deberíamos ver a periodos a largo plazo o cortó plazo?

El científico nuclear Werner Heisenberg pensó que este tipo de incertidumbre en cuestión era parte de la naturaleza misma. El explica (haciendo una analogía con partículas de átomos) que mientras más profundamente vemos a los átomos, mas perdemos la percepción de el momentum de a dónde van las partículas. Este fenómeno el explica, puede ser aplicado a cualquier sujeto en la vida no solo partículas de átomos.

Entre más vemos dentro de problemas de diseño, mas perdemos percepción del momentum del proceso de diseño (donde se encuentra la solución).

"El camino solo existe si lo observamos" (Heisenberg 1901-1976), en otras palabras para salir con la razón para si se debe construir algo a corto o largo plazo se puede convertir en un escondite de conejos. Siempre va a ver argumentos contradictorios para cada lado de la balanza, lo importante es dejar fluir el proceso.

En esta decisión hacer el proceso la mente intuitiva que escucha tiene un paso de liderazgo gracias a su habilidad inherente de leer el camino de a donde todo está yendo en vez de concentrarse

en los pequeños detalles que te alejan del momentum de la situación.

#### **2.2.15 EL ARTE DE "DEJARSE IR"**

La mente es como una espada de doble filo, dejarla libre sin control deja una visión suelta, similar a un carruaje sin conductor que no tiene sentido de a dónde va. Por otro lado restringir la mente con racionalidad produce una percepción muy rígida que nunca deja fluir la visión si no es sin consideración estricta. En ambas partes hay caos, uno es instintivo y el otro es racional, los dos son muy limitados a su manera.

La idea principal acerca de "dejarse ir" es entender el arte de combinar ambos filos de la mente para percibir que pasa en una situación y dejarla seguir su curso. Escuchar nuestra propia mente como un espectador deja a la persona seguir su forma libre, entendiendo eventualmente la cambiante libre forma y dirección de la percepción de uno mismo.

La naturaleza no puede ser entendida por mera racionalidad. El principio de escuchar nuestra propiamente revela el camino y las guías que toma la naturaleza, siempre dejando la posibilidad de cambiarse a completamente nuevas e inesperadas direcciones y permitiendo al espectador aprender nuevas cosas.

En la investigación la naturaleza debe ser entendida intuitivamente en toda su forma: abstracta, física, interconectada, forma dinámica etc. Estas formas están presentes en la forma en la que crecen los organismos, cambian, interaccionan y demás, sea en la pradera, la costa o en sus otras formas infinitas.

Cualquier formas que la naturaleza revele al ojo, otorga sentido de identidad o personalidad que se relaciona directamente a la mente y espíritu del espectador y el sitio en sí mismo.

El proceso de reconocimiento intuitivo sirve como líneas guías para el diseño que es mucho más poderoso que solo usar la pura racionalidad o puro instinto, porque usa toda expresión de la naturaleza para hacer frente a un diseño.

Absorber todas estas formas existentes eventualmente termina en un diseño que relaciona (o expresa) todas esas expresiones absorbidas.

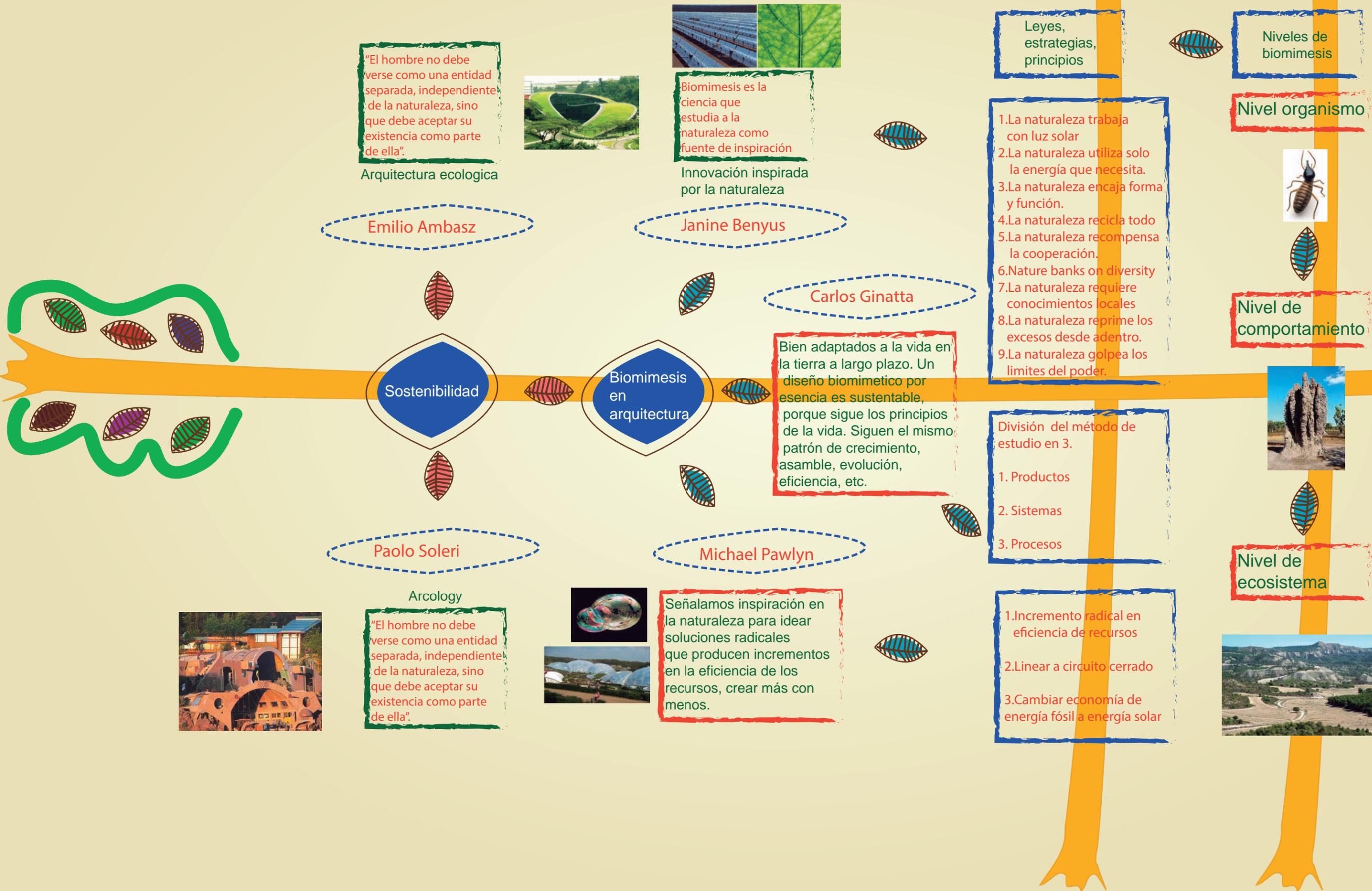
Como un prisma dispersando la luz y después proyectándolo en sus diferentes expresiones; el arte de dejarse ir significa últimamente que el diseñador es un medio para la expresión.

#### **2.2.16 ECOLOGICO = ECONOMICO**

En conclusión, el problema principal que estamos enfrentando hoy en día en la profesión de la construcción es debido al corto alcance de la visión del diseño que tuvimos este último siglo.

Si planeamos económicamente, pensando muchos más adelante en el futuro, buscando posibilidades de evolución no solo nos ahorraremos millones en ajustes de eficiencia sino que también daremos un paso adelante en la siguiente generación del diseño.

## 2.2.2 Síntesis de los Referentes Teóricos



# DECÁLOGO



### **2.2.3 REFLEXIÓN TEÓRICA**

Adquirir inspiración de la naturaleza nunca ha sido algo nuevo. Desde los tiempos prehistóricos, la especie humana ha encontrado en la naturaleza soluciones para la vida diaria. Es solo reciente que nuestra civilización ha puesto al planeta a lado para tomar su puesto en el pedestal. Subsecuentemente ahora estamos atestiguando los resultados mundiales de no vivir de acuerdo a las proporciones de nuestros ecosistemas.

Las teorías presentadas en el análisis teórico muestran como un diseño inspirado en la naturaleza es inherentemente responsable con el ambiente.

En las siguientes páginas se mostraran una serie de analogías de proyectos construidos tomando en cuenta como base de diseño la biomimesis, de ellos aprenderemos una serie de aciertos que se desarrollaron en su diseño y construcción, de esta manera se entenderán aun mas las particularidades del proyecto a realizarse.

## **2.3 MARCO DE REFERENCIA SITUACIONAL**

### **2.3.1 ESTADO DEL ARTE**

Actualmente en el mundo, se están desarrollando cada vez más proyectos arquitectónicos basados en la biomimesis, siendo estos la punta del iceberg para una nueva forma de diseñar edificaciones amigables y en sintonía con el ambiente. Científicos, biólogos, arquitectos, e ingenieros aportan cada día nuevas ideas al campo de la biomimesis aplicada a la arquitectura, demostrando su importancia y su promesa con formas y soluciones de diseño ecológico en la actualidad.

## 2.3.2 CASOS ANÁLOGOS

### 2.3.2.1 COUNCIL HOUSE 2

**Tipología:** Edificio de oficinas

**Proyecto:** La ciudad de Melbourne en asociación con Mick Pearce con DesignInc.

**Especialistas:**

**Constructor:** Hansen Yuncken,

**Ingeniero Estructural:** Bonacci Group

**Ingeniero de servicios:** WSP Lincolne Scott

**Ingeniero ambiental:** Built Ecology

**Comisión de servicios:** A G Coombs

**Consultor Geotecnico:** Golder Associates

**Acústica:** Marshall Day Acoustics

**Diseño Grafico:** Oid Design

**Topógrafo:** Melbourne Certification Group

**Ubicación:** Melbourne, Australia

**Región climática:** Clima oceánico moderado

**Año:** 2006

**Superficie de construcción:** 1,995 m<sup>2</sup>

CH2 está destinado a ser un "proyecto faro" para promociones de obra nueva, con el objetivo de influir en que el diseño futuro sea más sostenible y eficiente. Algunos de los objetivos al diseñar el edificio fueron ser un diseño ecológico neutral y mejorar el bienestar general de los empleados. Diferentes estrategias se han utilizado al hacer esto, pero todos se centraron en torno a un aspecto de la sostenibilidad.



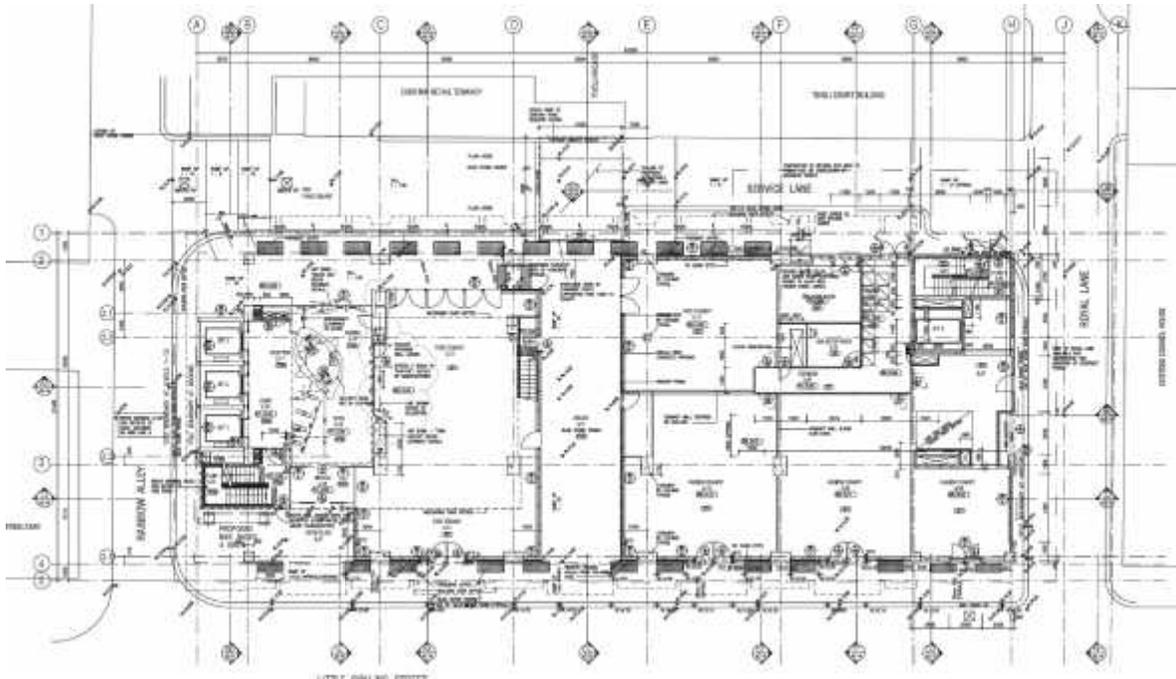


FIGURA 12: Planta baja

Esto le da al montículo la capacidad de mantener una temperatura estable. CH2 utiliza estrategias similares con su sistema mediante la utilización eficaz de convección natural, pilas de ventilación, una masa térmica, material de cambio de fase, y el agua para la refrigeración. Otra estrategia utilizada tomada de la naturaleza es el sistema de la piel.

La fachada está compuesta de una epidermis (piel externa) y la dermis (piel interior). La "dermis" del edificio consta de la zona exterior que le da cabida a las escaleras, ascensores, conductos, balcones, protectores solares y el follaje con la línea interior que define el alcance del "sector de incendio". La dermis se diseñó con la construcción de un marco de acero de peso ligero. La epidermis proporciona el entorno de micro-clima el sol primario y el control de brillo para el edificio, mientras que crea un micro-entorno semi-cerrado.

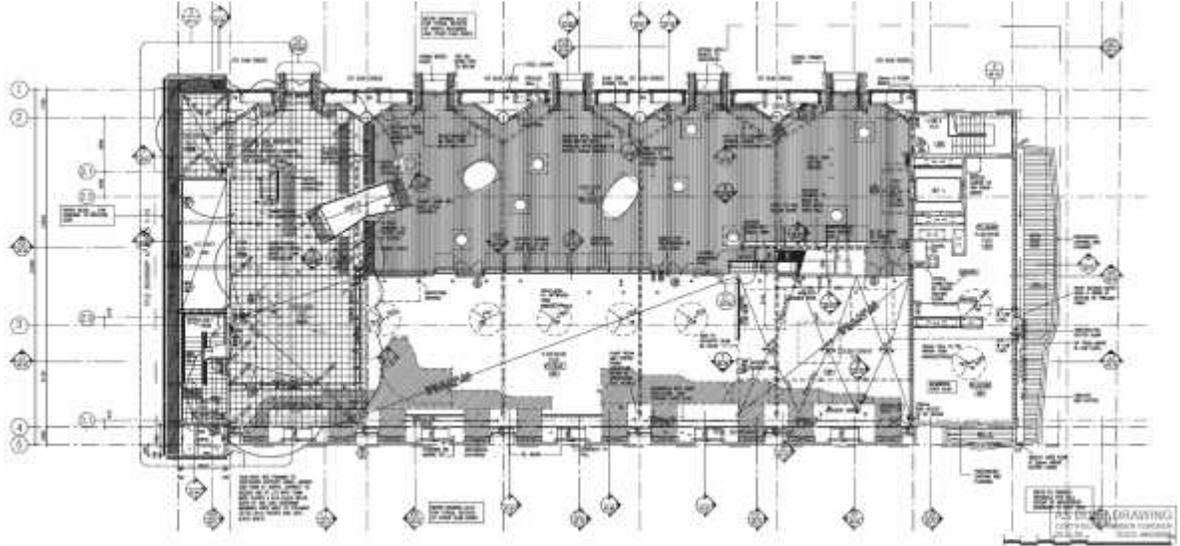


Figura 13: Planta de techo

Las chimeneas de ventilación se encuentran en las fachadas norte y sur del edificio. Estas pilas se utilizan para canalizar el aire. Las pilas del norte reciben más sol por lo que son de color negro para absorber el calor, que a su vez estimula el aire caliente del edificio a levantarse de las pilas. Las pilas sur se utilizan para canalizar el aire frío hacia abajo a través de las rejillas de ventilación. Estas pilas también ofrecen sombra para las ventanas de la oficina.

Los techos están hechos de hormigón prefabricado, con una forma "ondulada", para optimizar el área de la superficie, lo que permite un aumento en la capacidad de la masa térmica. La masa térmica en el hormigón se vacía en la noche, a través de una purga de noche, absorbiendo 'fresco' del aire de la noche y que le permite absorber calor del espacio durante el día. Con el diseño "ondulado", el aire caliente se recoge en la altura del techo, y

después se canaliza fuera de la construcción y hacia las pilas de ventilación.

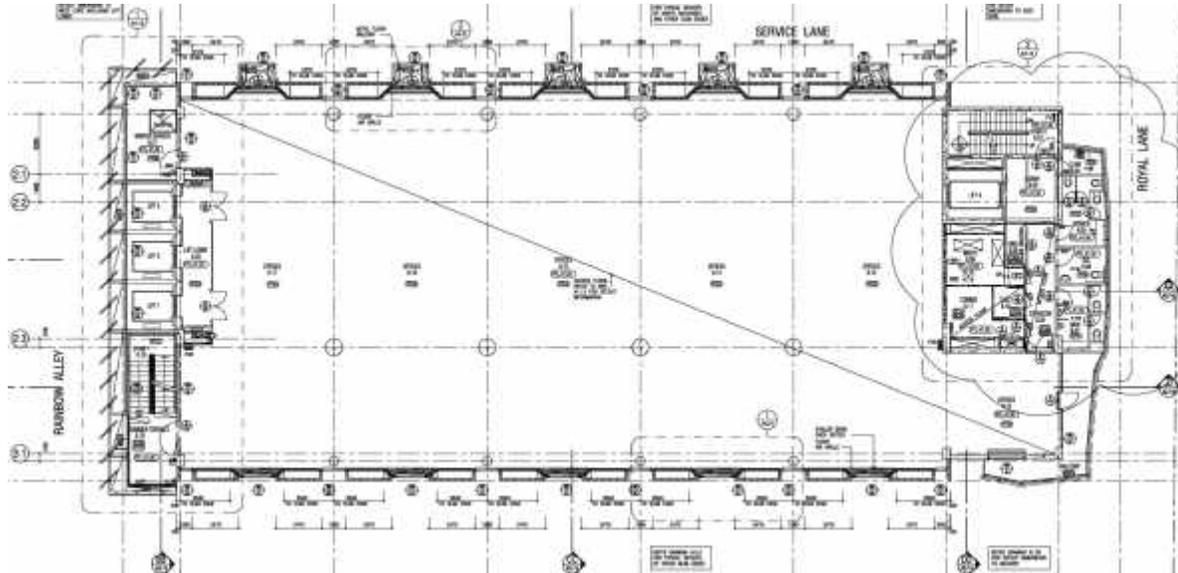


Figura 14: Planta del octavo piso

Refrigeración radiante es también una estrategia utilizada por chorros de agua fría a través de vigas y paneles de techo. Paneles refrigerados enfrían el aire caliente que sube, que luego cae, creando una corriente de convección natural. Material de cambio de fase se utiliza para enfriar el agua para las vigas y los paneles refrigerados. De forma eficiente ayuda a mantener el agua circulando a través de las vigas y los paneles a una temperatura deseada. El material de cambio de fase se refiere a menudo como la "pila" de la construcción debido a su propósito de almacenar el 'fresco'.

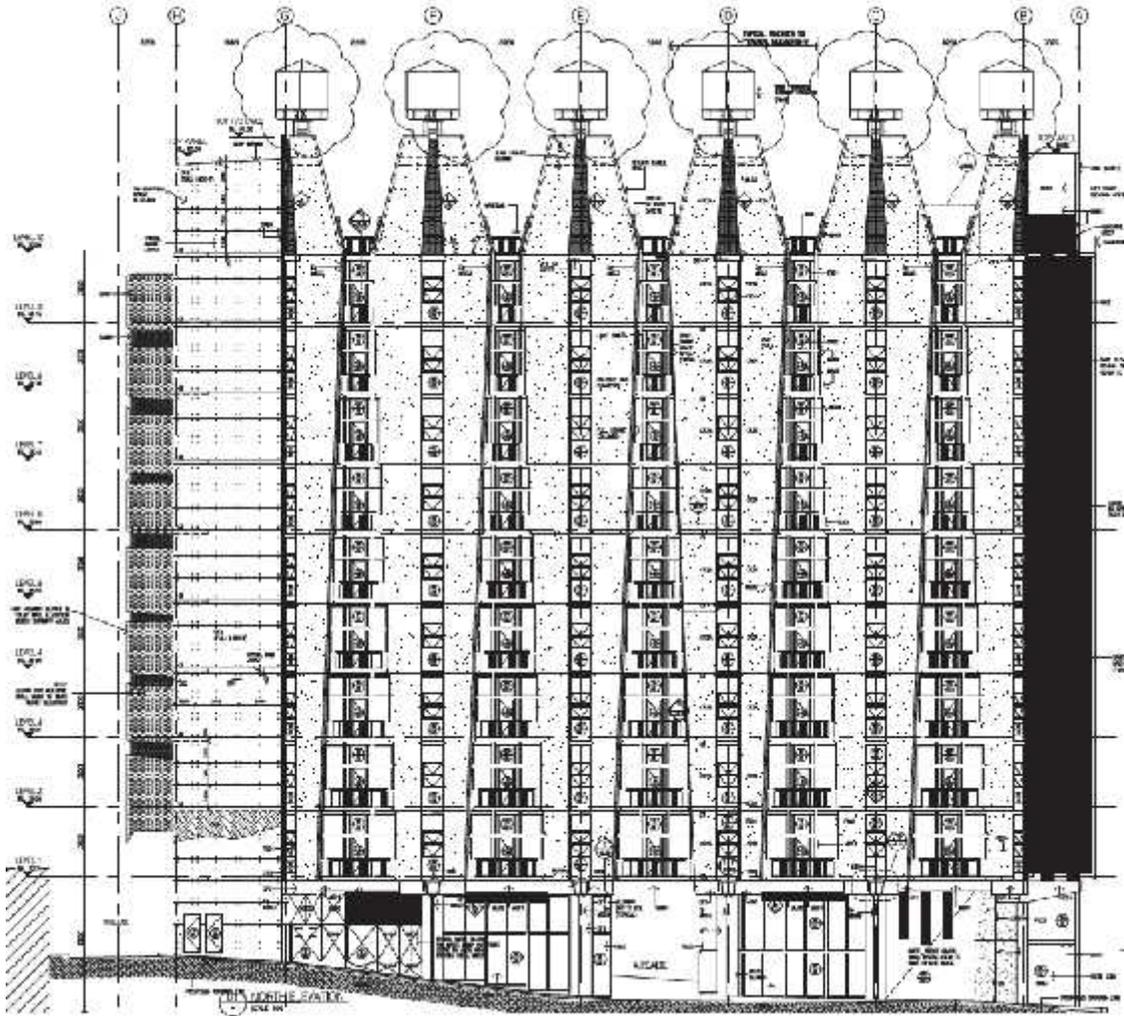


Figura 15: Elevación norte

La Iluminación natural fue una tarea difícil para el equipo del CH2 debido a la orientación del edificio, la situación en relación con los edificios circundantes, y la necesidad de una profunda planta de oficinas al espacio abierto. Las mejores técnicas de diseño para CH2 para permitir que la luz natural se introdujera incluye una sinergia entre el tamaño de las ventanas y conductos de aire, estantes de luz para reflejar la luz en la zona de oficinas, techos abovedados para permitir una mayor penetración de

luz, sombras en el norte, oeste y fachadas este, y, finalmente, persianas de madera para controlar la penetración de la luz del sol de la tarde occidental.

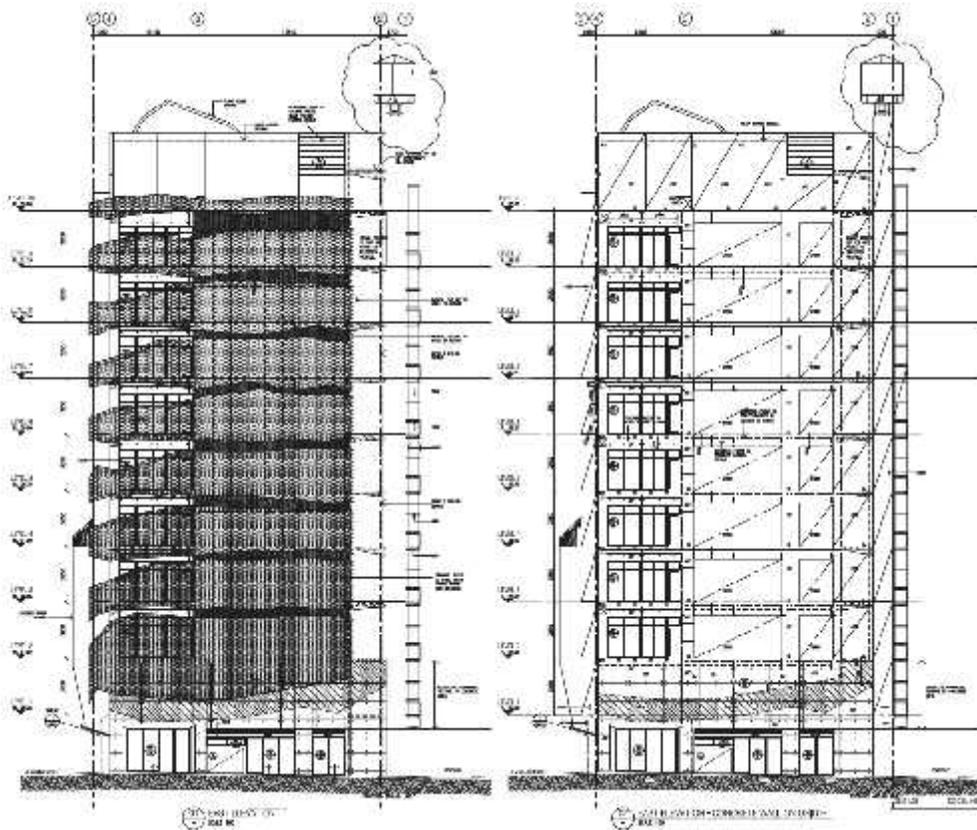


Figura 16: Elevación Este

Los estantes de luz se colocaron en la fachada norte, que a su vez creará una suave luz indirecta sobre el espacio de la azotea. Estos estantes de luz se colocan externamente y están hechos de tela en un marco de acero. Los techos abovedados permiten más luz natural de filtrado para las partes más profundas del espacio de oficinas. La localización de las ventanas en el punto más alto de la curva mejoró esta técnica. La orientación este utiliza un sistema de fachada de metal perforado para el sombreado que también actúa como una chimenea térmica.

El calor sube tirando aire a través de la parte este del edificio que le permite ser ventilado naturalmente. La fachada norte se compone de enrejados de acero y balcones que soportan nueve pisos de altura de jardines verticales. El follaje protege el edificio contra el sol. Estantes de luz se utiliza para proporcionar sombra, así como reflejar la luz natural en el edificio. La fachada oeste está cubierta con un sistema de louvers de madera que giran para optimizar la penetración de la luz natural y las vistas.

Estos louvers también protegen la fachada del sol occidental. Los louvers se abren y cierran dependiendo de la cantidad de sol que golpea la fachada occidental. Los louvers están hechos de madera reciclada sin tratar y son movidos por un sistema hidráulico controlado por ordenador. El edificio también utiliza iluminación artificial para proporcionar una cantidad suficiente de luz cuando la luz natural no está disponible. Estas luces utilizan las luminarias T5 de baja energía que consiguen una densidad de potencia de iluminación de menos de 2,5 vatios / m<sup>2</sup> por cada 100 lux.

Torres de ducha se utilizan en la fachada sur. Estas torres extraen el aire del exterior arriba del nivel de la calle y enfrían el aire por evaporación para formar la ducha de agua. El aire frío se suministra entonces a los espacios de venta y el agua fría se utiliza para pre-enfriar el agua procedente de los paneles de agua enfriada. Las torres están hechas de tubos de tejido ligero 1,4 metros de diámetro. Pruebas de estas torres han demostrado una reducción de la temperatura de 4 a 13 grados Celsius desde la parte superior de la torre a la parte inferior de la torre.

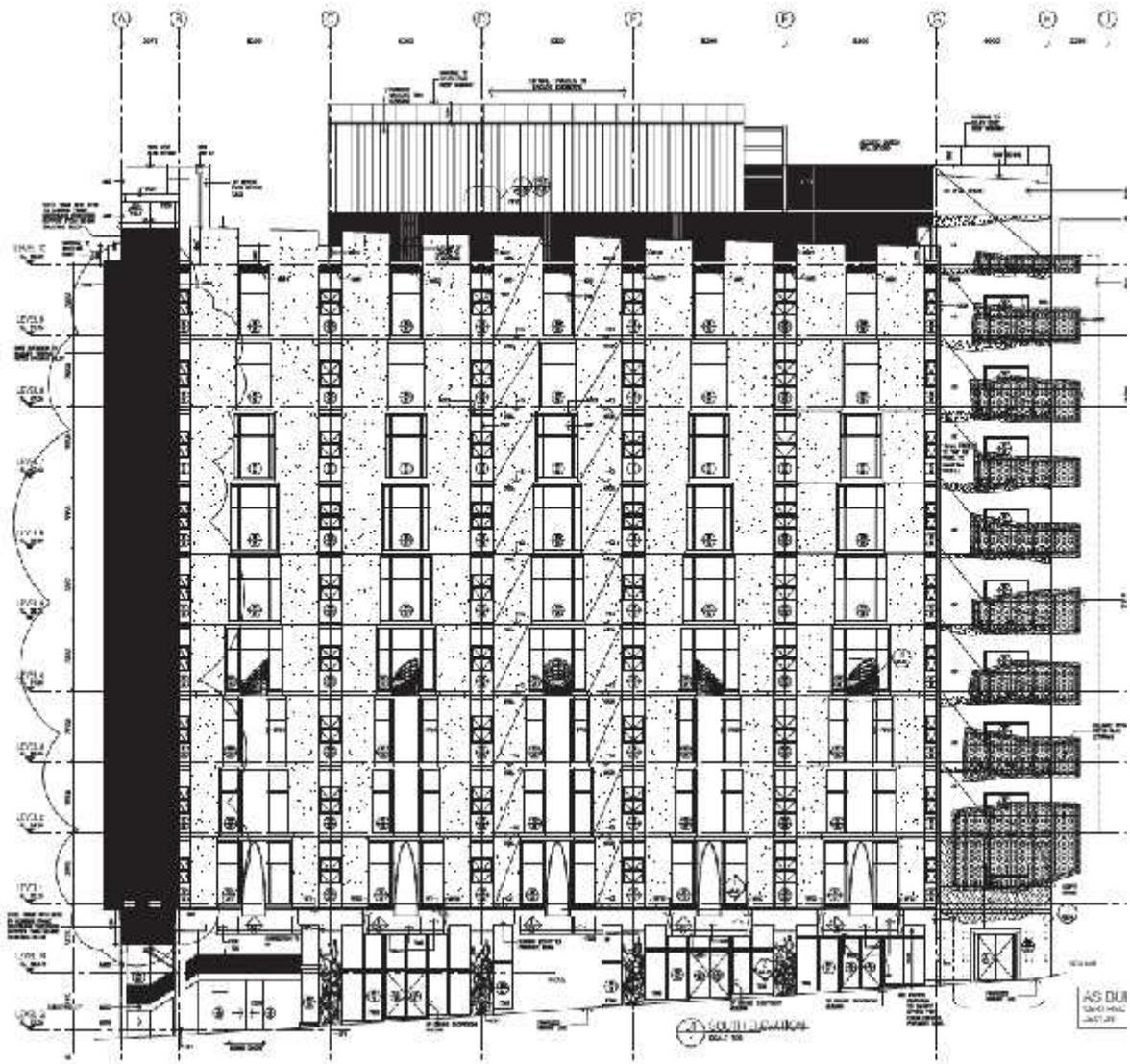


Figura 17: Elevación Sur

Los diseñadores también utilizaron un innovador concepto de diseño utilizando la misma cantidad de follaje que el edificio hubiera tenido presente si el sitio se encontrara todavía en su estado original con vegetación natural. Esto se logra mediante el uso de un jardín en la azotea, que también sirve como una ruptura y espacio de recreación para el personal. La fachada norte también incorpora jardineras situadas al este y al oeste de cada balcón.

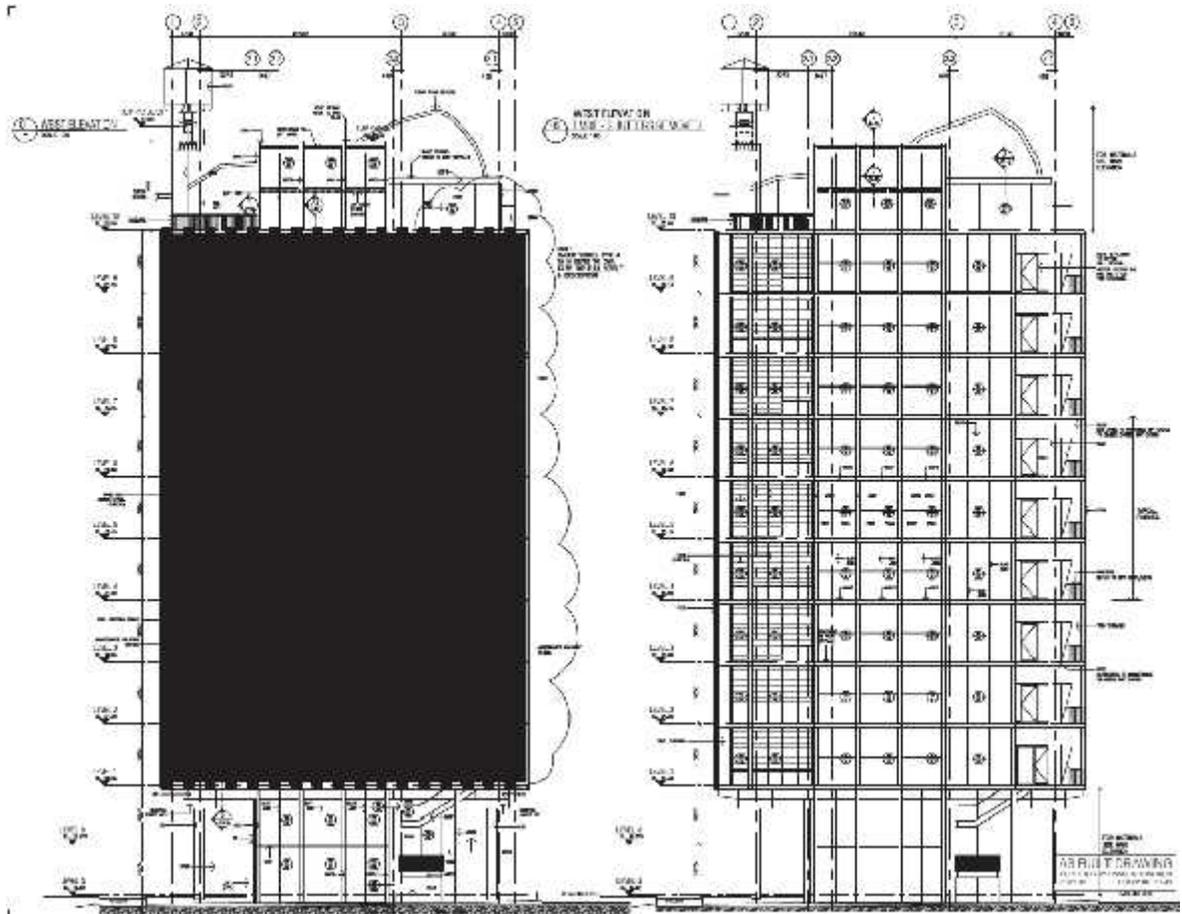


Figura 18: Elevación Oeste

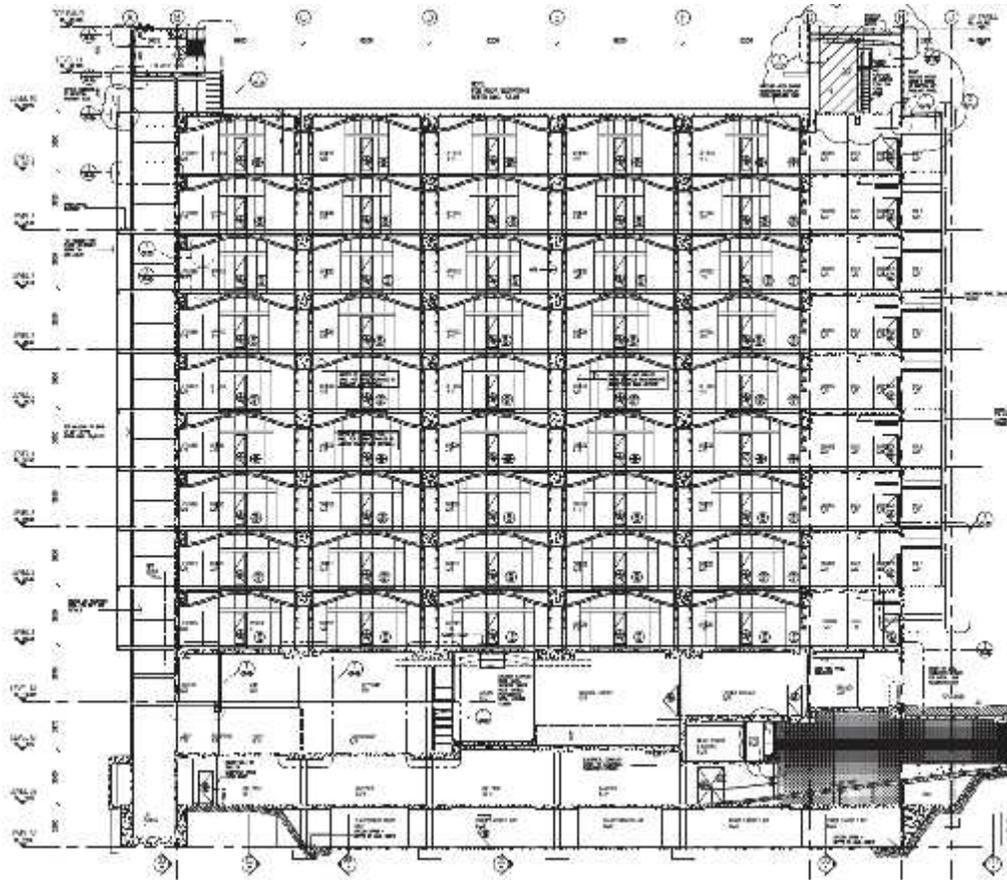
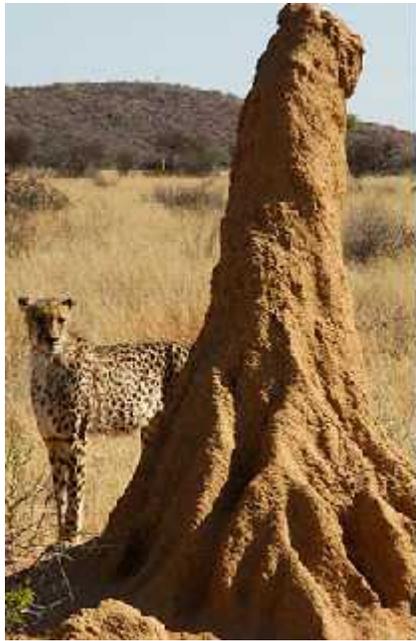


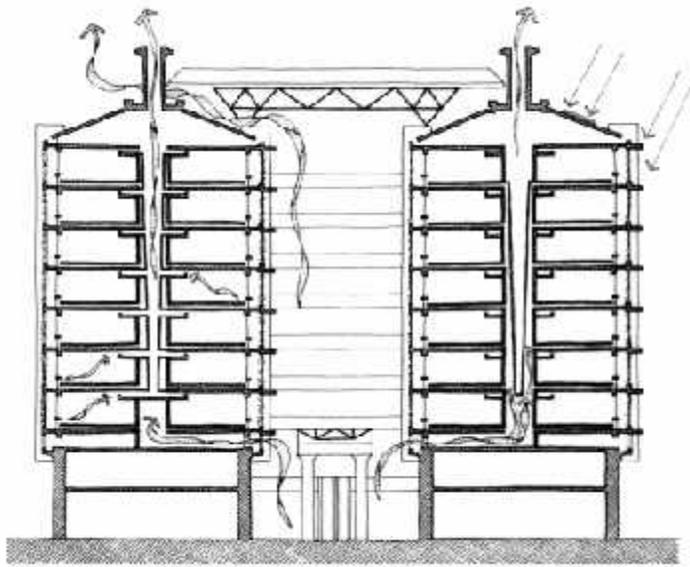
Figura 19: Corte este - oeste

### 2.3.2.2 CONCLUSIÓN

El entender como la council house 2 logro satisfacer una gran variedad de los problemas más importantes cuando se diseña y construye una edificación es de suma importancia para el desarrollo de este trabajo.

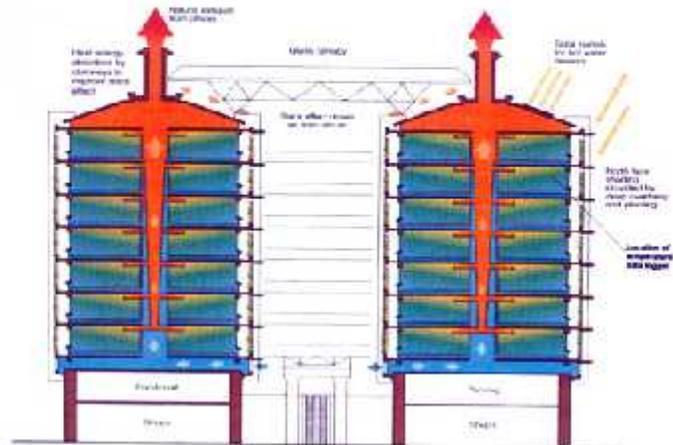
No tan solo es un diseño que sabe lidiar con los problemas interiores de un edificio, sino también con los problemas de bienestar de sus ocupantes, todo esto gracias a la sinergia y desarrollo de tecnologías basadas en la biomimesis y la sostenibilidad.





Section, Gedung Bioskop, Harkor. Zonklatwa, Ruang Pertunjukan

**Eastgate, Harare**  
- a breath of fresh air









mantener un futuro sostenible en dependencia de plantas y árboles. La exposición incluye más de cien mil plantas que representan 5000 especies de muchas de las zonas climáticas del mundo.

El proyecto fue concebido por Tim Smit y diseñado por el arquitecto inglés Nicholas Grimshaw y la empresa de ingeniería Anthony Hunt y Asociados. Grimshaw & Partners fueron elegidos para este emprendimiento debido a su experiencia en la creación del gran techo de vidrio de la Terminal Internacional Waterloo en Londres.

El reto para este proyecto fue diseñar los edificios que proporcionaran el entorno para crear los distintos microclimas. La construcción abrió sus puertas al público en marzo de 2001, con las dos primeras fases construidas.

#### **2.3.2.6 SITUACIÓN**

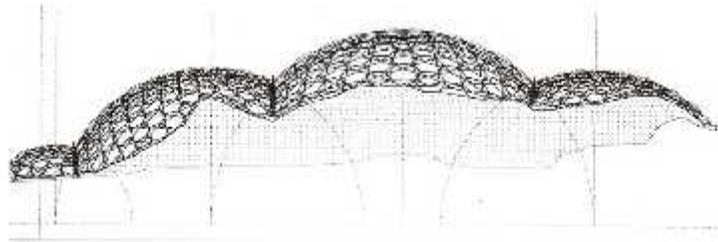
El proyecto Edén ocupa 15 hectáreas de terreno ubicado en una vieja cantera de arcilla a 270 km de Londres, en St. Austell, Cornwall.

#### **2.3.2.7 CONCEPTO**

En busca de la forma más eficaz para contener los distintos microclimas, Grimshaw se inspiró en una forma orgánica: la cúpula geodésica inventada por el estadounidense Buckminster Fuller, que proponía englobar el máximo volumen con la mínima superficie posible. El proyecto se compone así de 8 domos geodésicos formando dos biomas de árboles y plantas. También hay un bioma al aire libre, un centro de visitantes, un anfiteatro al aire libre y un camino de acceso. El proyecto fue desarrollado en 4 fases.

#### **2.3.2.8 ESPACIOS**

La primera fase se conformó con el Centro de Visitantes. Se trata de un espacio que sirve de nexo entre los biomas. Funciona como puerta de entrada, salas de expedición de billetes, tiendas, baños y galerías de educación. Es un volumen en forma de banana que



Un tercer ecosistema, similar al de Gran Bretaña, se exhibe al aire libre en los jardines que rodean a las cúpulas, con plantas como el té, lavanda, lúpulo y cáñamo.

La ubicación exacta de los biomas en el sitio fue determinada por una sofisticada técnica que indica donde obtendrían mayor ganancia de luz solar cada estructura.

Estas cupuas constituyendo los domos geodésicos construidos mas grandes del mundo.

La fundación Eden constituye la fase 3 que se inauguro en 2003. El Core forma parte de la cuarta fase de desarrollo. Proporciona al proyecto Eden un servicio de educación, con la incorporación de aulas y espacios de exhibición. Dentro del plan director para todo el sitio contemplado futuras ambiciones, se incluyo el diseño de la carretera de acceso al proyecto.

#### **2.3.2.9 ESTRUCTURA**

Los domos están formados por una estructura de tubos de acero galvanizado de diferentes tamaños. El equipo de Grimshaw trabajo en estrecha relación con Anthony Hunt Associates Ltd y Mero Plc para desarrollar la estructura y definir la longitud de cada sección de acero a través de modelos 3D realizados por ordenador. Esto permitió que cada sección de acero se fabricara individualmente para ser ensamblados in situ.

Los tubos presentan una alta resistencia a pesar de su ligero peso, y forman una seria de hexágonos, pentágonos y triángulos de distintos tamaños (hasta 9 metros los más grandes) conectados, creando una esfera cubierta de paneles ETFE. La estabilidad estructural está garantizada por un entrecruzamiento de cúpulas, que están ancladas con cimentaciones perimetrales de hormigón armado.

La estructura está completamente libre de apoyos internos. Resulta así un diseño estructural muy eficiente ya que proporciona máxima



El centro de visitantes es un edificio bajo con techo de acero en pendiente cubierto de césped. El uso de tierra apisonada es una técnica de construcción local de Cornwall.

#### **2.3.2.11 AHORRO ENERGÉTICO**

La calefacción de los biomas esta asistida por la calidad de aislamiento de los paneles ETFE. También es facilitado por el clima sostenible de los mecanismos de control, mediante el cual el calor del sol se almacena en la masa térmica de la roca sobre la que se construyeron las cúpulas. Esto regula la temperatura diaria y puede radiar calor durante la noche. La materia vegetal proporciona el 60% de la base de carga de calefacción.

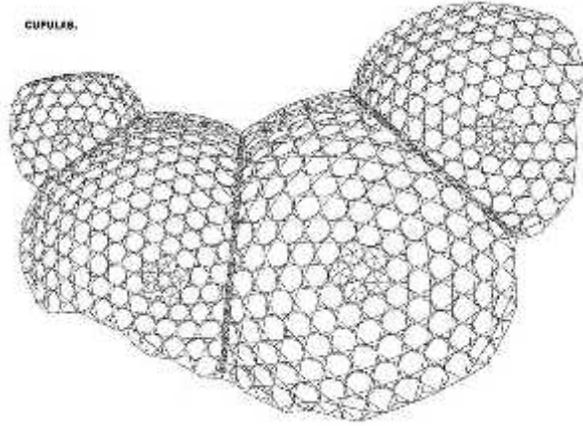
La humedad de los biomas es ayudada por sprays de niebla bajo los árboles y por una cascada que contribuye al movimiento del aire.

Durante el caluroso verano puede ser bombeado aire fresco en la base y la parte superior de las cúpulas, abiertas para su ventilación. La energía solar se utiliza para bombear aire en los paneles ETFE y para proveer de agua al centro de visitantes.

Si bien existe un sistema de calefacción alternativo y demás instalaciones, estas son complementarias a los sistemas naturales.

Se elaboraron estrategias para reducir al mínimo el desperdicio natural. El agua de lluvia se recicla para la humidificación, mientras que la filtración de agua subterránea se transforma en un recurso positivo, siendo distribuida dentro de la dotación de riego.

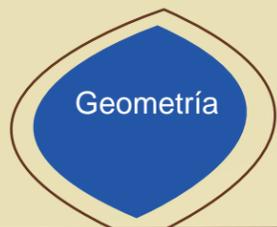
CUPULAS



**MATRIZ DE CASOS ANÁLOGOS 2.3.3**

**VER ANEXO 5**

## 2.3.3 Matriz de casos analogos



Council house 2

2006

Melbourne, Australia

Clima oceanico moderado



Euclidiano

Nivel de comportamiento (Proceso)



Iluminación natural  
Enfriamiento pasivo  
Vientos cruzados



Extractores de aire caliente y generadores de electricidad



Louvers reciclados  
Concreto estructural  
Acero estructural

72% de reducción de agua a comparación de la antigua council house.  
Reutilización de agua.  
78% del desperdicio de la construcción fue reciclado.  
Remueve 40% de la carga calorífica del edificio.  
Paneles solares producen toda la energía necesaria para mover los louvers.  
Turbinas y planta de cogeneración producen electricidad y calor.

Eastgate center

1996

Harare, Zimbabwe

Clima subtropical tierras altas

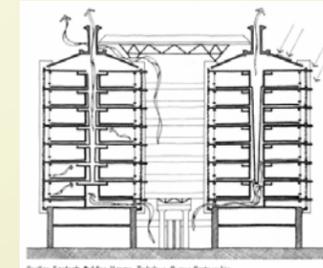


Euclidiano

Nivel de comportamiento (Proceso)



Iluminación natural  
Enfriamiento pasivo  
Vientos cruzados



Extractores de aire caliente (chimeneas)

Usa menos del 10% de energía de lo que usaría un edificio del mismo tamaño.

Ahorro de 3.5 millones de dolares tan solo por no necesitar instalación de aire acondicionado

Eden project

2001

Cornwall, Reino Unido

Clima oceanico templado



Topológico

Nivel de comportamiento (Forma, estructura)



Iluminación natural  
Calentamiento pasivo

Maximización de superficies transparentes lo que requiere menos calentamiento artificial en invierno.  
Estructura metalica super ligera menos pesada que el propio aire de su interior.

#### **2.3.4 REFLEXIÓN EN LA PRAXIS**

Aun cuando en diferentes partes del mundo se tienen variados tipos de problemáticas hablando sobre el diseño de edificaciones, todos los sitios tienen una meta común, el mejoramiento colectivo de la calidad de vida de sus individuos y la mejora del ambiente, este proceso se ha ido acelerando en los últimos años por la crisis ecológica que está presente, como se muestra en los casos análogos presentados en las paginas anteriores, se puede notar que estos distan en algunos años de diferencia en su construcción, pero muestran el mismo génesis de diseño (biomimesis) junto con la ayuda de las diferentes teorías de la sostenibilidad, en todos los casos esta manera de diseñar a llevado a los proyectos a otros nivel de ahorro de recursos, agua, energía, materiales, etc.

Para contar con las herramientas necesarias para diseñar y construir estas edificaciones se tiene que llevar a cabo un estudio sustancioso de las normatividades que regulan estos diseños para así lograr edificaciones exitosas en su propósito.

#### **2.4 MARCO DE REFERENCIA NORMATIVO**

Una base de normas sirve como referencia para llevar más a la realidad el proyecto de esta investigación, ya que es necesario conocer los lineamientos, reglas y/o normas que pudieran llegar a regir a éste.

La base teórica sobre la cual se sustenta esta tesis, son aquellos documentos internacionales, nacionales y municipales, que sirven a manera de guías, manuales, códigos, etc. para la correcta realización a nivel normativo del proyecto.

##### **2.4.3 CÓDIGOS, GUÍAS, MANUALES, TRATADOS Y CARTAS**

**Carta de la Tierra**, creada por la Organización de la Naciones Unidas ONU, expresa la necesidad de usar energías limpias que

contribuyan al buen manejo de los recursos y recalca la importancia de enseñar a los niños y jóvenes con un enfoque sustentable, a fin de perpetuar dicho aprendizaje y preservar el planeta.

**Guía - Green building design and construction (LEED)** Dentro de los diferentes mercados a los que se dirige LEED, puede que características técnicas de los edificios o procesos dentro de los edificios necesiten un tratamiento especial. Las Guías de Aplicación Práctica de LEED proporcionan consejos específicos en cómo aplicar LEED en estos casos y sobre cualquier interpretación o excepción especial

**Guía - Taxonomía de la biomimesis** La información organizada en AskNature.org utiliza un sistema de clasificación llamada la taxonomía de la biomimesis para organizar cómo los organismos enfrentan a los diferentes retos. Las estrategias son soluciones potenciales a esos retos.

<b>Nivel internacional</b>	<b>Temática por Título y /o Capítulo</b>	<b>Apartados, Principios, Artículos, Fracciones</b>
Carta - Carta de la tierra	Capítulo 11 Integridad Ecológica	<b>Artículo 7</b> Adoptar patrones de producción, consumo y reproducción que salvaguarden las capacidades regenerativas de la Tierra, los derechos humanos y el

		<p>bienestar comunitario</p> <p><b>Artículo 8</b> Impulsar el estudio de la sostenibilidad ecológica y promover el intercambio abierto y la extensa aplicación del conocimiento adquirido</p>
<p>Guía - Green building design and construction (LEED)</p>	<p>VII. Exemplary performance Strategies</p> <p>Sustainable Sites (SS)</p> <p>Water efficiency (WE)</p> <p>Energy and atmosphere (EA)</p> <p>Materials and resources</p>	<p>Revisar todos los apartados.</p>

Nivel internacional	Temática por Título y /o Capitulo	Apartados, Principios, Artículos, Fracciones
Código - ISO/TC 163	ISO/TC 163	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Desempeño energético y uso de energía en el ambiente de la construcción</li> </ul>
Código - ISO/TC 205	ISO/TC 205	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Diseño ambiental de edificios</li> </ul>
Código - ISO/TC 59	ISO/TC 59	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Construcción de edificios</li> </ul>
Código - ISO/TC 160	ISO/TC 160	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Vidrio en edificación</li> </ul>
Código - ISO/TC 207	ISO/TC 207	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Gestión ambiental</li> </ul>
	<p>Indoor environmental quality (IEQ)</p> <p>Innovation design</p>	

Nivel internacional	Temática por Título y /o Capitulo	Apartados, Principios, Artículos, Fracciones
Carta - Carta de la tierra	Capítulo 11 Integridad Ecológica	<p><b>Artículo 7</b> Adoptar patrones de producción, consumo y reproducción que salvaguarden las capacidades regenerativas de la Tierra, los derechos humanos y el bienestar comunitario</p> <p><b>Artículo 8</b> Impulsar el estudio de la sostenibilidad ecológica y promover el intercambio abierto y la extensa aplicación del conocimiento adquirido</p>
Guía - Green building design and construction (LEED)	<p>VII. Exemplary performance Strategies</p> <p>Sustainable Sites (SS)</p> <p>Water efficiency (WE)</p> <p>Energy and atmosphere (EA)</p> <p>Materials and resources</p>	Revisar todos los apartados.

	Indoor environmental quality (IEQ)  Innovation design (ID)	
Código	ISO/TC 163	•Desempeño energético y uso de energía en el ambiente de la construcción
Código	ISO/TC 205	•Diseño ambiental de edificios
Código	ISO/TC 59	•Construcción de edificios
Código	ISO/TC 160	•Vidrio en edificación
Código	ISO/TC 207	•Gestión ambiental
Guía - Taxonomía de la Biomimesis	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obtener, almacenar, o distribuir recursos</li> <li>2. Mantener integridad física</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. - Capturar, absorber, o filtrar</li> <li>- Distribuir</li> <li>- Almacenar</li> <li>2. Proteger de factores abióticos (temperatura)</li> </ol>

<b>Nivel Nacional</b>	<b>Temática por título /o Capítulo</b>	<b>Apartados, Principios, Artículos, Fracciones</b>
-----------------------	--	---

Manual - Manual de diseño bioclimático para la ciudad de Veracruz	<p>2. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO</p> <p>4. CRITERIOS Y TÉCNICAS BIOCLIMÁTICAS</p>	<p>2.1 El clima del municipio</p> <p>2.1.1 Clima Tropical</p> <p>2.2 Características del Medio Ambiente</p> <p>2.2.1 Topografía</p> <p>2.2.2 Geología</p> <p>2.2.3 Edafología</p> <p>2.2.4 Hidrografía</p> <p>2.2.5 Orografía</p> <p>2.3 Factores Climáticos</p> <p>2.3.1 Temperatura</p> <p>2.3.2 Humedad</p> <p>2.3.3 Precipitación Pluvial</p> <p>2.3.4 Radiación Solar</p> <p>4.1 Enfriamiento</p> <p>4.2 Protección Solar</p>
---	---	--

## 2.4.4 Mapa Síntesis. Marco de Referencia Normativo

La información organizada en AskNature.org utiliza un sistema de clasificación llamada la taxonomía de la biomimesis para organizar cómo los organismos enfrentan a los diferentes retos. Las estrategias son soluciones potenciales a esos retos.

Creada por la Organización de las Naciones Unidas ONU, expresa la necesidad de usar energías limpias que contribuyan al buen manejo de los recursos

Guía - Taxonomía de la biomimesis

Carta de la Tierra

Sistema Normativo internacional

Sistema Normativo Nacional

Códigos

- ISO/TC 163 •Desempeño energético y uso de energía en el ambiente de la construcción
- ISO/TC 205 •Diseño ambiental de edificios
- ISO/TC 59 •Construcción de edificios
- ISO/TC 160 •Vidrio en edificación
- ISO/TC 207 •Gestión ambiental

Guía LEED

Proporcionan consejos específicos en cómo aplicar LEED en casos específicos y sobre cualquier interpretación o excepción especial

Manual - Manual de diseño bioclimático para la ciudad de Veracruz

Manual en donde se explican factores climáticos de la ciudad de Veracruz para así poder entenderlos y proporcionar el mejor confort térmico a los usuarios de las edificaciones del estado.

#### 2.4.5 REFLEXIÓN SOBRE NORMATIVIDAD APLICADA

El estar regidos por normativas, leyes, etc. nos da lineamientos en los cuales basar el proyecto y así satisfacer especificaciones que deben cumplir las construcciones para obtener como resultado edificaciones arquitectónicamente eficientes y funcionales además de que estructuralmente sean seguras, dicha normatividad varía en lo estructural de acuerdo a lo sísmico y al tipo de terreno donde se desplante la construcción además del uso final que tendrá la estructura, en este caso un edificio de oficinas.

#### 2.5 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**BIOMIMESIS:** (de *bio*, vida y *mimesis*, imitar), también conocida como biomimética o biomimetismo, es la ciencia que estudia a la naturaleza como fuente de inspiración de nuevas tecnologías innovadoras para resolver aquellos problemas humanos que la naturaleza ha resuelto, mediante los modelos de sistemas (mecánica), procesos (química) y elementos que imitan o se inspiran en ella.

**ECOSISTEMA:** Es un sistema natural que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relacionan (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat. Los ecosistemas suelen formar una serie de cadenas que muestran la interdependencia de los organismos dentro del sistema.<sup>1</sup> También se puede definir así: «Un ecosistema consiste de la comunidad biológica de un lugar y de los factores físicos y químicos que constituyen el ambiente abiótico».

**EXOESQUELETO:** Es el esqueleto externo continuo que recubre toda la superficie de los animales del filo artrópodos (arácnidos, insectos, crustáceos, miriápodos y otros grupos relacionados), donde cumple una función protectora,

de respiración y otra mecánica, proporcionando el sostén necesario para la eficacia del aparato muscular.

**LEED:** (acrónimo de Leadership in Energy & Environmental Design) es un sistema de certificación de edificios sostenibles, desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (US Green Building Council). Fue inicialmente implantado en el año 1998, utilizándose en varios países desde entonces.

**MORFOGENESIS:** (del griego "morphê" que significa forma y "génesis" creación, literalmente el "origen de la forma"), es el proceso biológico que lleva a que un organismo desarrolle su forma. Este es uno de los tres aspectos fundamentales del desarrollo biológico junto con el control del crecimiento celular y la diferenciación celular

**ORGANISMO:** Es un conjunto de átomos y moléculas, que forman una estructura material muy organizada y compleja, en la que intervienen sistemas de comunicación molecular que se relaciona con el ambiente con un intercambio de materia y energía de una forma ordenada y que tiene la capacidad de desempeñar las funciones básicas de la vida que son la nutrición, la relación y la reproducción, de tal manera que los seres vivos actúan y funcionan por sí mismos sin perder su nivel estructural hasta su muerte.

### **III.METODOLOGIA DEL DISEÑO ARQUITECTONICO**

#### **3.1 INTRODUCCIÓN**

Este apartado pretende ser una conexión lógica entre la metodología de diseño y un caso análogo previamente analizado superficialmente, este caso análogo será referido en este capítulo como un caso de estudio el cual servirá como objeto de investigación a mayor profundidad y fungirá como referencia especializada para tratar de descubrir y desenvolver el método de la espiral de diseño de la biomimesis, de la misma manera al investigar de manera más profunda este proyecto, se podrá desarrollar el diseño de este trabajo de una manera más exacta y documentada.

##### **3.1.1 ENTREVISTAS A ESPECIALISTAS DE LA BIOMIMESIS**

##### **3.1.2 OBJETIVO DE LAS ENTREVISTAS**

La entrevista es una forma específica de interacción social que tiene por objeto recolectar datos para una indagación. Como investigador se formulan preguntas a las personas capaces de aportar datos de interés, estableciendo un diálogo, donde se busca recoger información.

La ventaja esencial de la entrevista reside en que son los mismos actores sociales quienes proporcionan los datos relativos a sus conductas, opiniones, deseos, actitudes y expectativas. Nadie mejor que la misma persona involucrada para hablarnos acerca de aquello que piensa y siente, de lo que ha experimentado o piensa hacer.

### **3.1.3 ESPECIALISTAS A ENTREVISTAR**

#### **Janine Benyus**

(<http://biomimicry.net/about/our-people/founders/janine-benyus/>)

Es una bióloga, consultora de innovación, y autora de seis libros, incluyendo *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. En biomimesis, ella nombra una disciplina emergente que busca soluciones sostenibles mediante la emulación de diseños de la naturaleza y los procesos (por ejemplo, las células solares que imitan hojas).

Desde la publicación del libro en 1997, Janine ha evolucionado la práctica de la biomimética, consultando con las empresas sostenibles y la realización de seminarios sobre lo que podemos aprender del genio que nos rodea. Su papel favorito es el de biólogo diseñando en la mesa, introduciendo a los innovadores los organismos cuyos diseños bien adaptados se han probado por más de 3,8 millones de años.

En 1998, Janine co-fundó el Biomimicry Guild con la Dr. Dayna Baumeister. El Gremio es una consultora de innovación ofreciendo servicios de consultoría e investigación biológica, talleres y excursiones de campo, y una oficina de oradores. El gremio ayuda a los diseñadores a aprender y emular los modelos naturales con el

objetivo de desarrollar productos, procesos y políticas que creen condiciones propicias para la vida.

En 2005, Janine fundó The Biomimicry institute (TBI), una organización sin fines de lucro con sede en Missoula, MT. Su misión es nutrir y hacer crecer una comunidad global de personas que están aprendiendo, emulando y conservando el genio de la vida para crear un mundo más saludable y más sostenible. Los programas incluyen el desarrollo de cursos de biomimetismo en una variedad de entornos educativos desde escuelas K-12 a las universidades, así como lugares no formales tales como zoológicos, museos y centros de naturaleza. TBI también ofrece talleres de biomimesis para diseñadores (ingenieros, arquitectos, etc), así como biólogos a través de la formación Biólogo en la mesa de diseño. En 2008, el ITC lanzó [www.AskNature.org](http://www.AskNature.org), una base de datos de código abierto de la literatura biológica organizado por el diseño y la función de la ingeniería. A principios de 2009, como parte de su trabajo de K-12 de alcance educativo, TBI lanzo Ask the planet, un CD de canciones infantiles sobre biomimesis, escritas y compuestas por Amy Martin cuenta con numerosos artistas famosos como Ani DiFranco, Dar Williams y Bruce Cockburn.

Janine ha recibido varios premios, incluyendo un premio héroe del Medio Ambiente de la revista Time, el Premio Rachel Carson Eticas del Medio Ambiente, el Premio Lud Browman por la ciencia escrita en la sociedad, y el lecturado distinguido Barrows y Heinz . En 2009, Janine fue honrada con el premio Campeón de la Tierra en Ciencia e Innovación del Programa de las Naciones Unidas. Viajó a París para recibir el premio en el Día de la Tierra y luego participó en una conferencia de dos días organizada por Business 4 enviroment.

Un educador de corazón, Janine cree que cuanto más gente aprenda de mentores de la naturaleza, más se querrá protegerla. Por eso, escribe, habla, y se deleita en la descripción de los maestros salvajes en nuestro medio.

### **Michael Pawlyn**

(<http://www.exploration-architecture.com/section.php?xSec=15>)

Michael Pawlyn estableció Exploration en 2007 para centrarse exclusivamente en la biomimesis. En 2008 Exploration fue preseleccionada para el Arquitecto Joven del Año y el renombrado desafío internacional Buckminster Fuller. Antes de la creación de la empresa Michael Pawlyn trabajó con Grimshaw durante diez años y fue fundamental para el equipo que radicalmente reinventó la arquitectura hortícola para el Proyecto Edén.

Fue el responsable de dirigir el diseño de los biomas templado cálido y trópicos húmedos y las fases posteriores que incluyeron propuestas para un tercer bioma para las plantas de las regiones tropicales secas. Inició y desarrolló el sistema de gestión ambiental Grimshaw resultando, en diciembre del 2000, en que la empresa se convirtiera en la primera firma de arquitectos europeos en conseguir la certificación ISO14001.

Ha pronunciado numerosas conferencias sobre el tema del diseño sostenible en el Reino Unido y en el extranjero y en mayo de 2005 presentó una charla en la Royal Society of Arts con Ray Anderson, CEO de Interface. En 2007 Michael Pawlyn pronunció un discurso en la reunión anual de Google 'Zeitgeist' y, en 2011, se convirtió en uno de sólo un puñado de arquitectos en tener una conversación publicada en TED.com. En el mismo año, su libro "Biomimicry in Architecture" fue publicado por el Real Instituto de Arquitectos Británicos. Actualmente está trabajando en una serie de proyectos

basados en la biomimesis en la arquitectura y un libro encargado por TED.

### **Carlos Ginatta**

Arquitecto, artista y profesos establecido en Guayaquil, Ecuador. Su trabajo inspirado en la naturaleza lo ha dirigido a soluciones ganadoras de premios en sistemas de integración de edificios y rendimiento para la NCARB y de igual manera para Artes digitales de intel. Su trabajo ha sido publicado en medios de comunicación masiva como el periódico El Universo, revista Vistazo, TV CN3 y radio Caravana.

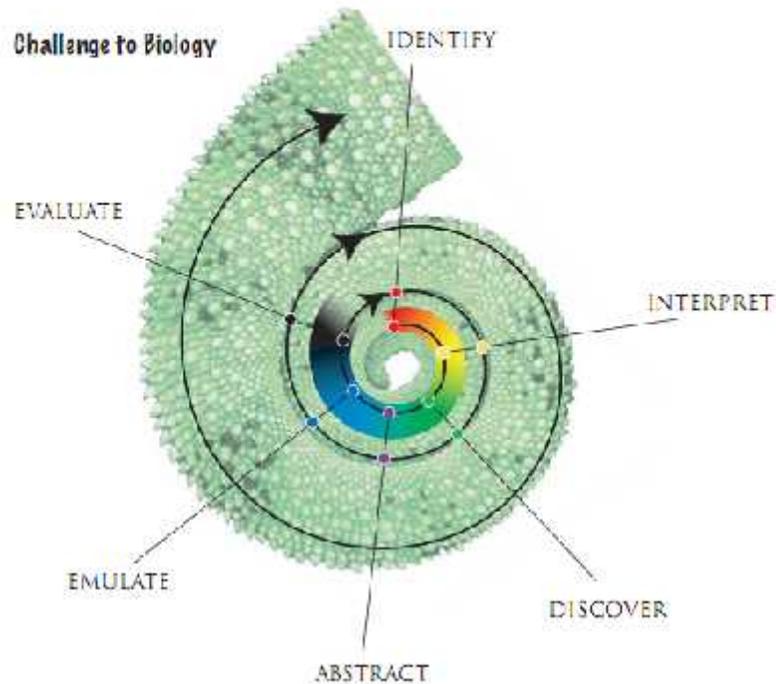
## **3.2 ANALISIS DE PROCESO DE DISEÑO DE LA BIOMIMESIS A TRAVES DE UN CASO DE ESTUDIO**

### **3.2.1 INTRODUCCIÓN**

Los arquitectos son capaces de investigar posibles soluciones biomimeticas sin una colaboración en la comprensión científica profunda o incluso sin un biólogo o ecólogo si son capaces de observar organismos, ecosistemas, procesos o son capaces de acceder a la investigación biológica disponible. Con un conocimiento científico limitado la traducción de tal conocimiento biológico a un entorno de diseño humano tiene el potencial de permanecer a un nivel superficial. Por ejemplo, es fácil de imitar las formas y ciertos aspectos mecánicos de los organismos, pero difícil de imitar otros aspectos tales como los procesos químicos sin la colaboración científica. (Pedersen Zari, M. 2007)

A pesar de estos inconvenientes, este enfoque podría ser una manera de comenzar la transición del entorno construido a partir de un paradigma insostenible a uno eficiente (McDonough, 2002).

## BIOMIMICRY - DESIGN SPIRAL



- **IDENTIFY:**  
Develop a Design Brief of the human need/problem
- **INTERPRET:**  
Translate the Design Brief into Biological Terms and define parameters
- **DISCOVER:**  
Discover Biological Models that meet the design brief
- **ABSTRACT:**  
Identify patterns and create taxonomy
- **EMULATE:**  
Develop solutions based on the Biological Models
- **EVALUATE:**  
Review solutions against Life's Principles
- **IDENTIFY:**  
Develop a new Design Brief from questions highlighted by Life's Principles



A través de un examen de las tecnologías existentes de la biomimesis es evidente que hay tres niveles de mimetismo; el organismo, el comportamiento y el ecosistema. El nivel de organismo se refiere a un organismo específico, como una planta o animal y puede implicar que imitan parte de o todo el organismo. El segundo nivel se refiere a que imite el comportamiento, y pueden incluir la traducción de un aspecto de cómo se comporta un organismo, o se refiere a un contexto más amplio. El tercer nivel es la imitación de ecosistemas enteros y los principios comunes que les permiten funcionar con éxito. (Pedersen Zari, M. 2007)

Dentro de cada uno de estos niveles, existen otras cinco dimensiones posibles a la imitación. El diseño biomimético puede ser, por ejemplo, en términos de lo que parece (forma), de lo que está hecho (material), cómo se hace (construcción), cómo funciona (proceso) o lo que es capaz de hacer (función). (Pedersen Zari, M. 2007)

Se espera que algunas coincidencias entre diferentes tipos de biomimesis existan y que cada tipo de no es mutuamente exclusiva. Por ejemplo, una serie de sistemas que son capaces de interactuar como un ecosistema estarían funcionando a nivel de los ecosistemas de la biomimesis.

Los detalles individuales de tal sistema pueden estar basados en un único organismo o mimetismo de comportamiento sin embargo, al igual que un ecosistema biológico, se compone de las complejas relaciones entre una multitud de organismos individuales.

Teniendo estos conceptos en cuenta, el presente trabajo se enfocara en ellos para basar su proceso de diseño y así lograr llegar al acercamiento de la biomimesis deseado.

### 3.3 CASO DE ESTUDIO

(Melbourne)

Aunque la biomimesis es un campo de la ciencia la cual está creciendo de manera acelerada, el encontrar diferentes vertientes de metodologías del diseño es todavía muy complicado, por lo cual se utilizara la recomendada por el biomimicry institute, con el fin de llevar un proceso más controlado y probado anteriormente, esta metodología de diseño ya fue mencionada con anterioridad en este documento y se le da el nombre de espiral de diseño de la biomimesis.

Con el fin de entender de mejor manera como funciona este método de diseño se ha elegido tratar de aplicarlo a un proyecto icónico en este trabajo el cual provee con las pautas necesarias de diseño que ayudaran paralelamente al proyecto a desarrollarse, ya que se busca desmenuzar al caso de estudio lo mas que se pueda, esto gracias a la investigación y un poco de sentido común, y así ejemplificar cómo funciona la metodología de diseño de la espiral de la biomimesis y al mismo tiempo revelar los secretos de este proyecto.

Se ha seleccionado la Council House 2 de Melbourne, Australia ya que fue diseñada como un proyecto con el objetivo de influir en que el diseño futuro sea más sostenible y eficiente. Algunos de los objetivos al diseñar el edificio fueron ser un diseño ecológico neutral y mejorar el bienestar general de los empleados. Diferentes estrategias se han utilizado al hacer esto, pero todos se centraron en torno a la sostenibilidad y la biomimesis, lo cual lo hace perfecto como caso de estudio a desarrollar.



National Library of Medicine

Image 139/28 on 139

contaminación global es causada por las edificaciones, lo que vuelve imperativo volver a las construcciones lo más eficientes que se pueda hasta lograr que los diseños produzcan cero emisiones de carbono.

El siguiente paso lógico a seguir es situar en un contexto climatológico al terreno donde se situara el edificio, en este caso la ciudad de Melbourne, Australia, ya que el estudio del clima es de gran importancia y gira constantemente alrededor del proyecto como una problemática a resolver, adaptarse y tomar ventaja.

El proyecto de la Council house 2 cuenta con un contexto climatológico peculiar, ya que Melbourne tiene un clima oceánico moderado (*Cfb*, según la clasificación climática de Köppen) y es bien conocido por sus cambiantes condiciones climáticas. Esto se debe en parte a la topografía plana de la ciudad, su situación en Port Phillip y la presencia de la cordillera Dandenong hacia el este, una combinación que crea sistemas meteorológicos que a menudo rodea la bahía. La frase "cuatro estaciones en un día" es parte de la cultura popular y comprobada por los visitantes a la ciudad, de ahí que los melbournianos aseguren que si no les gusta el tiempo que hace sólo tienen que esperar 10 minutos para que cambie.

Melbourne es más frío que el resto de ciudades capitales de Australia en invierno. El registro de temperaturas más bajo fue de 4,4 °C, el 4 de julio de 1901. Las nevadas, por su parte, no son usuales. La más reciente ocurrió en forma de aguanieve en el CBD, el 25 de julio de 1986 y la más reciente en el exterior fue en el Monte Dandenong y en los suburbios del este, con fecha de 10 de agosto de 2005, 15 de noviembre de 2006, 25 de diciembre de 2006 y 10 de agosto de 2008. Sí son más comunes las heladas y la niebla en invierno.

Durante la primavera, Melbourne tiene largos períodos de clima templado y cielos despejados. De promedio, Melbourne no es tan caluroso en verano como Sydney o Brisbane, ciudades más situadas al norte, pero en ocasiones experimenta veranos realmente cálidos y secos, con temperaturas máximas por encima de 40 °C cuando los vientos del norte soplan aire seco de la árida región de Mallee.

A lo largo de la historia, Melbourne ha experimentado varios eventos meteorológicos inusuales en la zona y extraños desastres naturales. En 1891, la gran inundación que sufrió el río Yarra provocó que aumentase su ancho a 305 metros. Dos años más tarde, en 1897, un devastador fuego arrasó una manzana de la ciudad entre Flinders Street y Flinders Lane, Swanston Street y Elizabeth Street, destrozando también un edificio de oficinas de 43 metros de alto.

En 1908, una ola de calor azotó Melbourne. El 2 de febrero de 1918 llegó el tornado Brighton, F3 en la escala Fujita-Pearson, y fue el mayor tornado que golpeó a una ciudad capital australiana, siendo gravemente dañado el costero suburbio de Brighton. En 1934, las tormentas causaron varios daños.

El 13 de enero de 1939, Melbourne alcanzó la mayor temperatura jamás registrada en la ciudad, con 45,6 °C durante una ola de calor que asoló el país durante cuatro días en los que los incendios del conocido como "Viernes Negro" destruyeron municipios que hoy son suburbios de Melbourne.

En 1951 nevó tanto en el CBD como en los suburbios, aunque de manera moderada. En febrero de 1972, el CBD quedó anegado por las riadas que llegaban desde Elizabeth Street, que se convirtió en un torrente. El 8 de febrero de 1983, la ciudad fue cubierta por una importante tormenta de polvo, que volvió al día de noche. Pocos días después de aquella tormenta de polvo, el 16 de febrero Melbourne se vio amenazada por un importante fuego que rodeó la ciudad.

En 1997, Melbourne volvió a ser castigada con otra ola de calor, registrándose mínimas de 28,8 °C en un período de 24 horas. De acuerdo con los datos de la Oficina australiana de Meteorología, Melbourne sufrió en 2008 su 12° año consecutivo de precipitaciones por debajo de la media. Esto no es sino otra de las consecuencias atribuidas a la sequía. El día 12 de enero del 2010 se registró una temperatura histórica en 100 años, 37°C, durante la madrugada.

Aun cuando la ciudad cuenta con un clima constantemente cambiante, la Council house 2 se preocupó y enfocó en su mayoría a la solución del calor en el interior más que en algún otro factor de temperatura, lo cual la hace un caso de estudio perfecto para el clima caluroso constante de la ciudad de Veracruz.

### **3.3.3 INTERPRETAR**

**(Trasladar el diseño a términos biológicos y definir parámetros)**

Este apartado debe identificar las funciones biológicas que se buscan para encontrar organismos que de cierta manera hayan resuelto los problemas de diseño presentados en el apartado anterior.

La forma de interpretar los procesos necesarios para lograr los requerimientos de utilización eficiente de recursos mencionados anteriormente es preguntándose ¿Cómo hace la naturaleza esa función?

Por mucho tiempo el principal problema en edificaciones ha sido la regularización de su temperatura, el objetivo principal es encontrar a los organismos que puedan lograr esto, primordialmente seres vivos que tengan la capacidad en su hábitat de intercambiar gases de la manera más efectiva posible para conseguir un confort térmico ideal.

De igual manera se deben definir condiciones de hábitat que reflejen parámetros de diseño para la zona en donde se quiere construir la edificación, principalmente refiriéndose a la climatología del sitio, esto siendo de gran importancia, ya que así se tiene el conocimiento de las zonas del mundo en donde se podrían buscar estos organismos los cuales se cree tengan la solución al problema.

#### **3.3.4 DESCUBRIR**

**(Descubrir los modelos biológicos que satisfacen al diseño)**

Entendiendo lo estético y las cualidades prácticas de los productos naturales, la sincronización de los procesos naturales y la funcionalidad de sistemas naturales, el diseño de la Council house 2 pretende lograr la adaptabilidad de organismos naturales que se adaptan al ambiente.

El modelo biológico que satisface de mejor manera los requerimientos en su conocimiento de intercambio de gases en espacios interiores para poder lograr el confort térmico son las termitas.

Las termitas Macrotermite construyen montículos que mantienen una temperatura interna constante, debido a su estructura e interacción con el entorno local, no la utilización de fuentes de energía externas costosas. Varios factores permiten a los montículos permanecer en el interior con una temperatura optima de de 30.5°C para los hongos que estas termitas cultivan - mientras que la temperatura oscila entre 1.6°C a 40°C en la parte de afuera.



son órganos accesorios del intercambio de gases que sirven a las necesidades respiratorias de la colonia subterránea, situada a uno o dos metros por debajo del montículo.

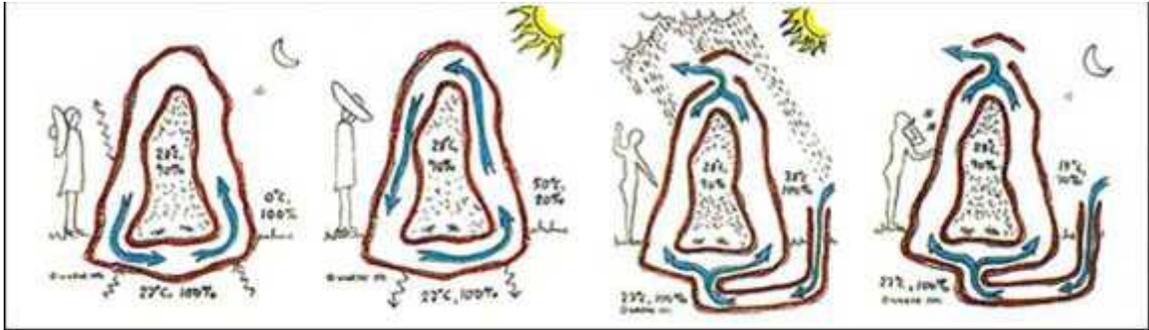
Funcionalmente, estos montículos son dispositivos para la captura de la energía eólica para potenciar la ventilación activa del nido. Son estructuras adaptativas, continuamente moldeadas por las termitas para mantener la atmósfera del nido. Esta capacidad otorga a la emergente homeostasis de la colonia, la regulación del medio ambiente del nido por las actividades colectivas de los habitantes.

El calor generado por las termitas y sus jardines en el núcleo del nido fluye en los tubos de recolección y se eleva en las chimeneas a una tasa de alrededor de 12.7 cm por minuto. Como este aire húmedo rico en CO<sub>2</sub> fluye por las chimeneas atrae el aire frío a través de la zona de sótano bajo el nido, donde comienza a subir hacia las diversas cámaras. Los contrafuertes están plagados de pequeños agujeros demasiado pequeños incluso para las termitas, pero lo suficientemente grandes como para que el aire caliente viciado se difunda fuera mientras que el aire frío se filtra hacia dentro (Gould y Gould 2007)

### **3.3.5 ABSTRAER**

Los patrones de diseño son la base para la búsqueda de soluciones a problemas comunes en el desarrollo de un proyecto, en este caso al haber estudiado el modelo biológico de las termitas se pueden obtener una serie de patrones de diseño que se deberán seguir para la realización exitosa del edificio.

Las termitas crean una variedad de túneles, chimeneas, salidas de aire que al trabajar juntas regulan la temperatura interior de su



El equipo de diseño ha encontrado que la respuesta a las condiciones climáticas del sitio destaca una gama de oportunidades para el ahorro de energía y, al hacerlo, dio lugar a algunas de las características más innovadoras del CH2.

Melbourne es bien conocido por sus "cuatro estaciones en un día". Esta variabilidad puede ser vista como un problema, pero en el caso de CH2, fue vista como una oportunidad para diseñar el edificio alrededor del concepto de almacenamiento de energía fría. El edificio por lo tanto funciona en dos modos estacionales (invierno y verano), así como el modo día y el modo noche.

Muchas partes del CH2 trabajan juntas para calentar, refrescar, darle energía y agua al edificio, creando un ambiente armonioso. A continuación se darán más detalles acerca de cómo el edificio funciona como un ecosistema ejemplificándolo de las figuras 26 a la 35.

3.3.6.2 ¿CÓMO FUNCIONA?

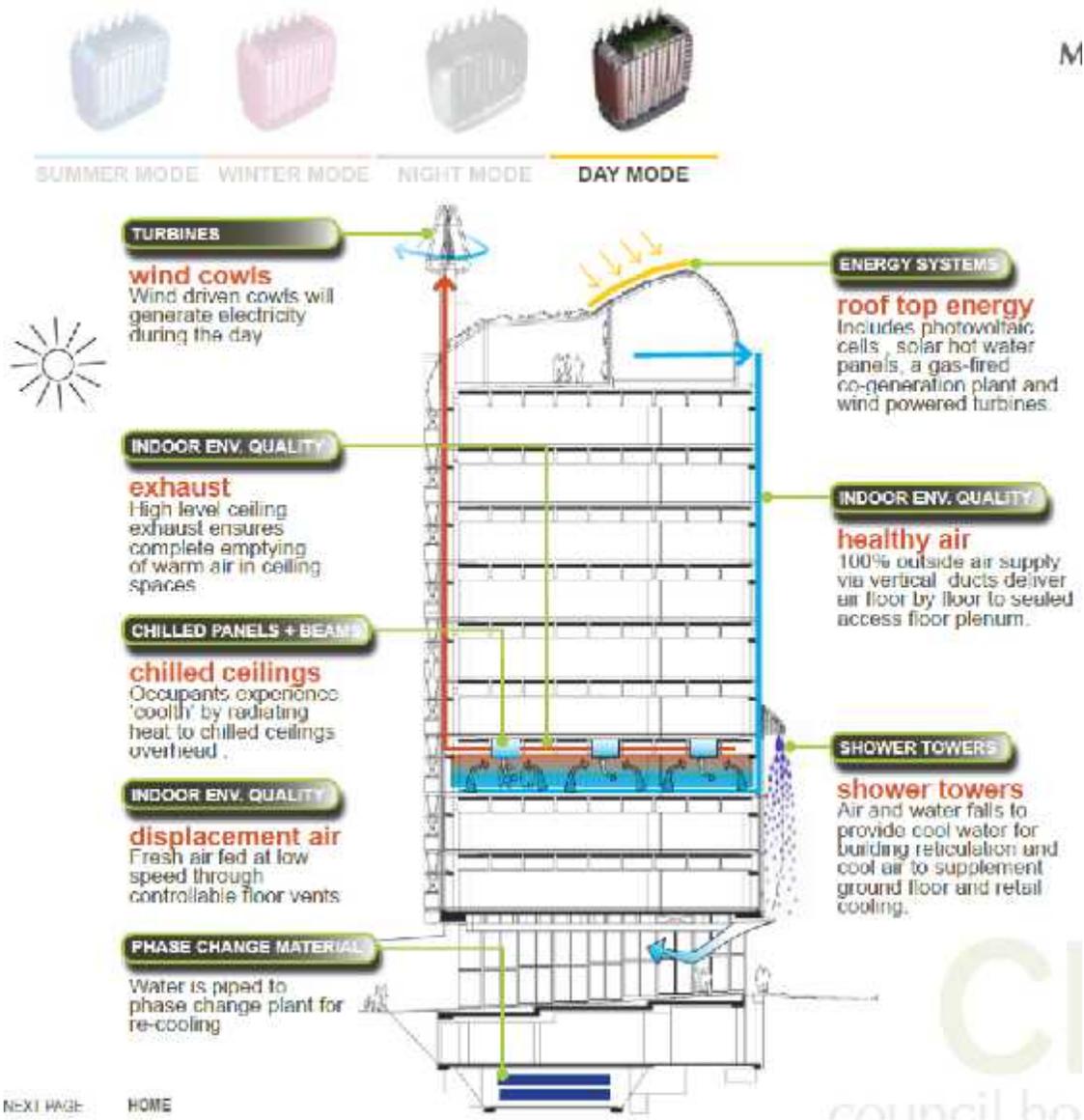


Figura 34: Modo de dia del Council house 2

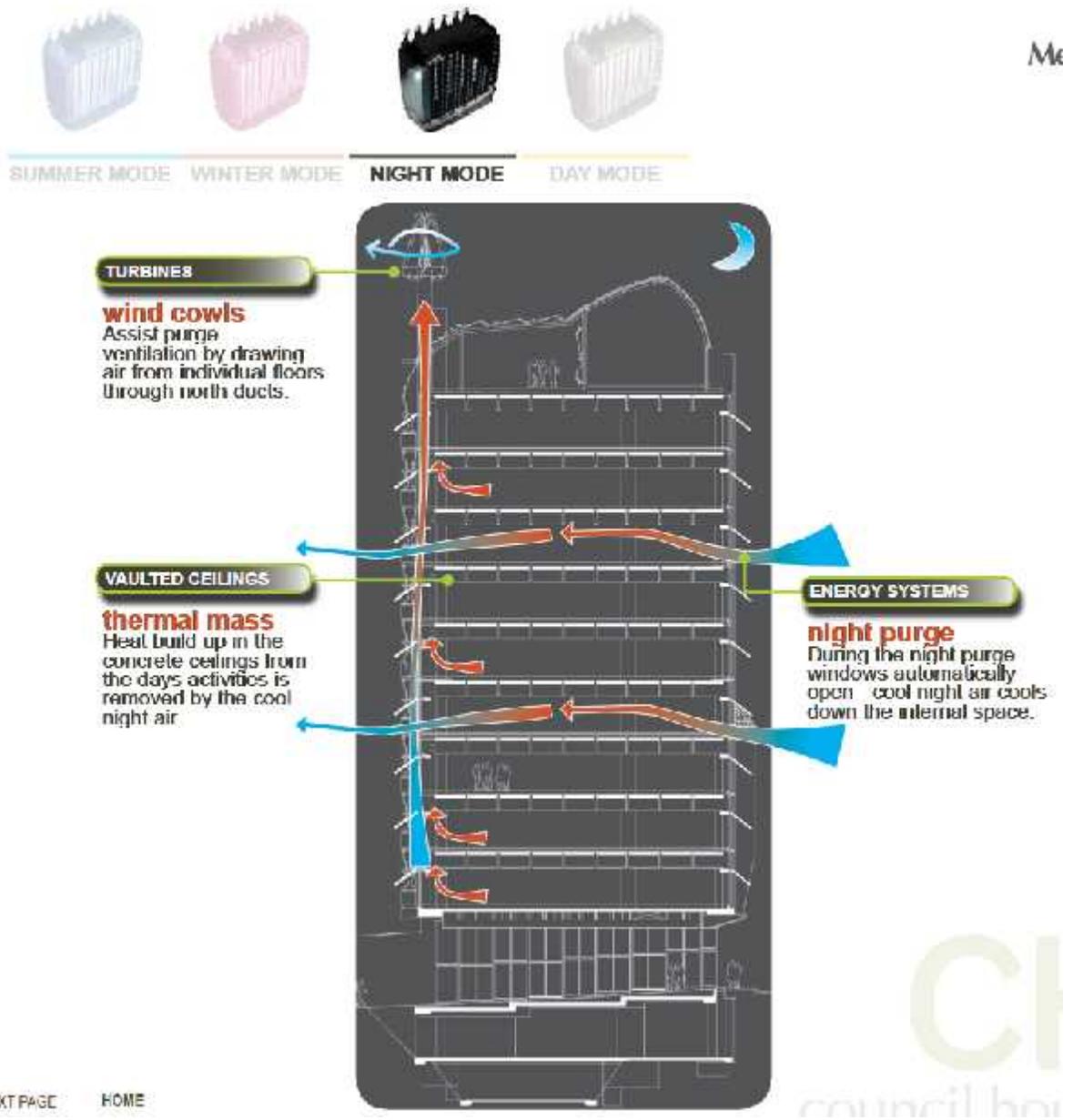


Figura 35: Modo nocturno del Council house 2

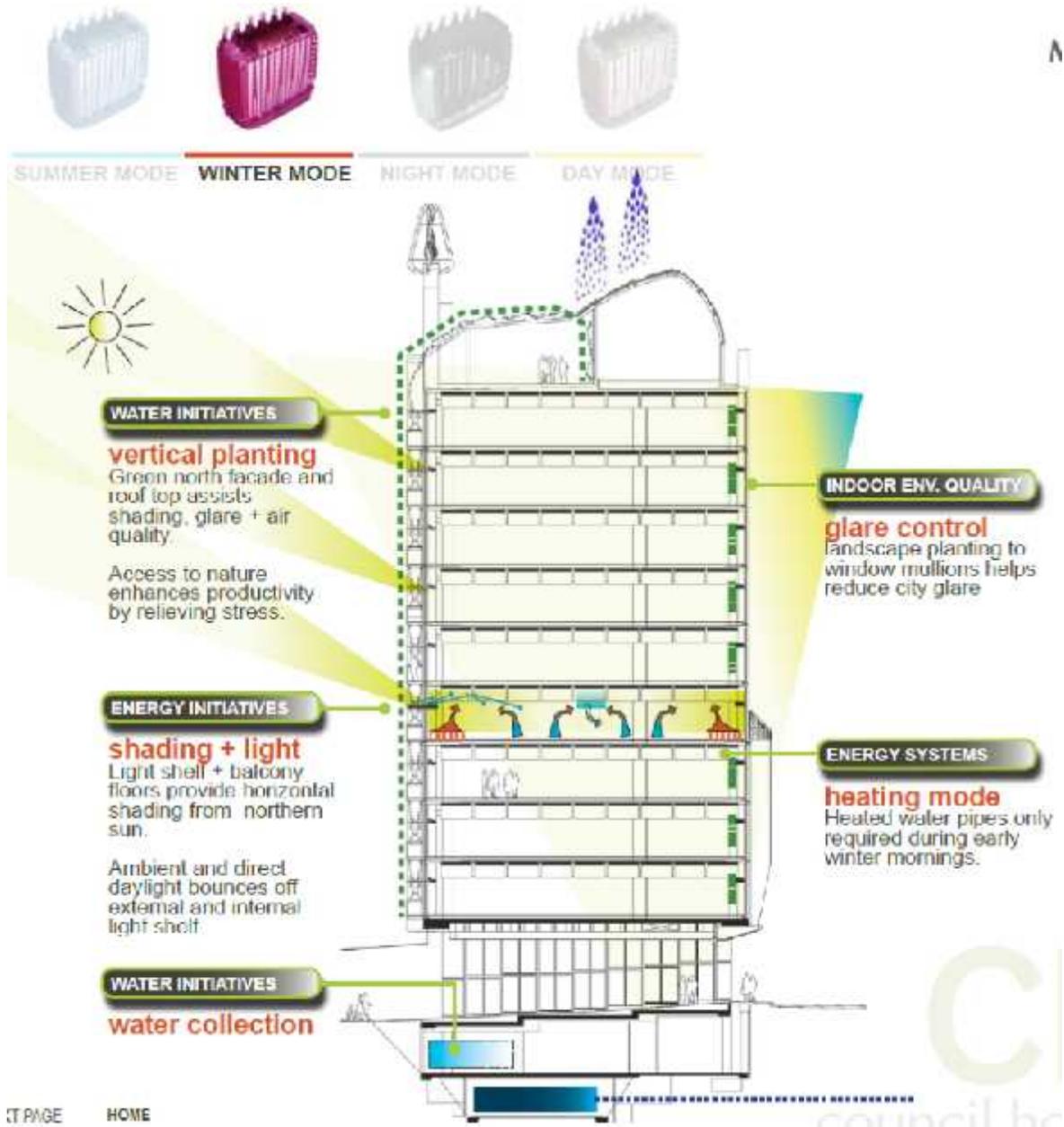


Figura 36: Modo de invierno del Council house 2

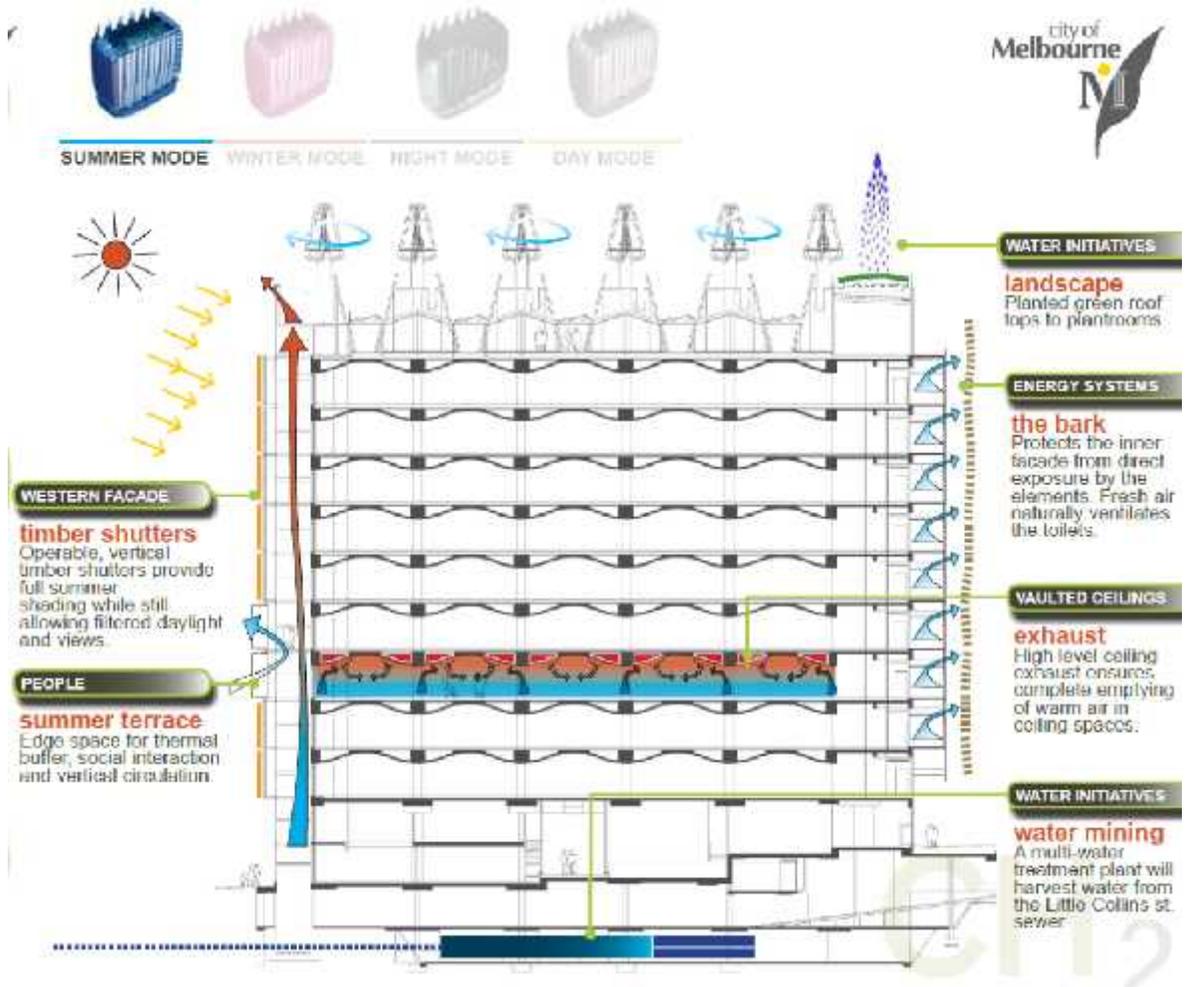


Figura 37: Modo de verano del Council house 2

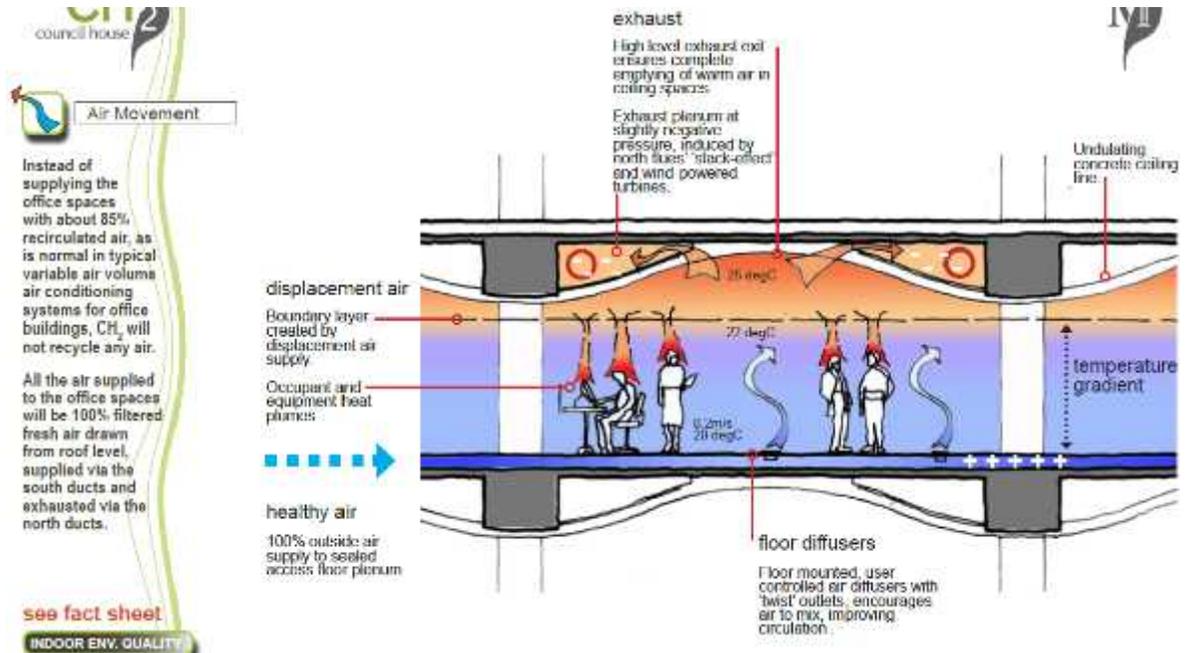


Figura 38: Movimiento del aire dentro del Council house 2

Una de las características claves de la Council house 2 para mejorar el bienestar personal de sus usuarios, es el hecho de que ninguna cantidad de su aire interior es reciclado, 100% del aire llevado al interior del edificio es filtrado desde el exterior a través de los ductos de la fachada sur y expulsado por los ductos de la fachada norte, de esta manera se logro que sus usuarios tiendan a mantenerse con una mejor salud, ya que ningún virus o bacteria es reciclado en el edificio.

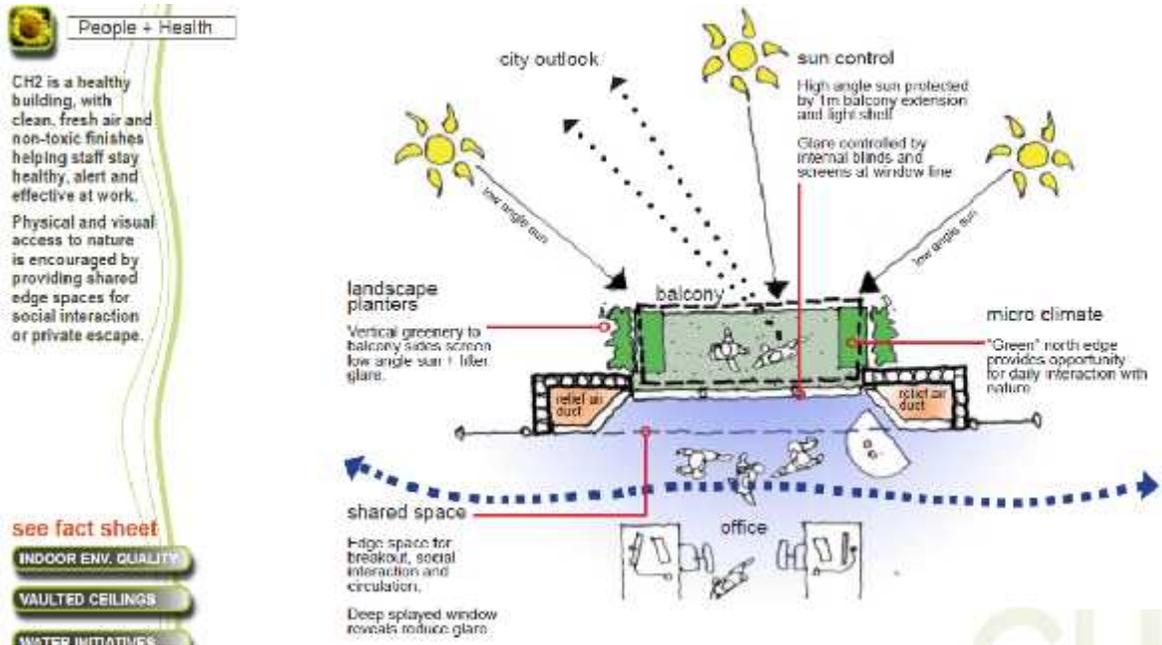


Figura 39: Regulaciones de salud del Council house 2

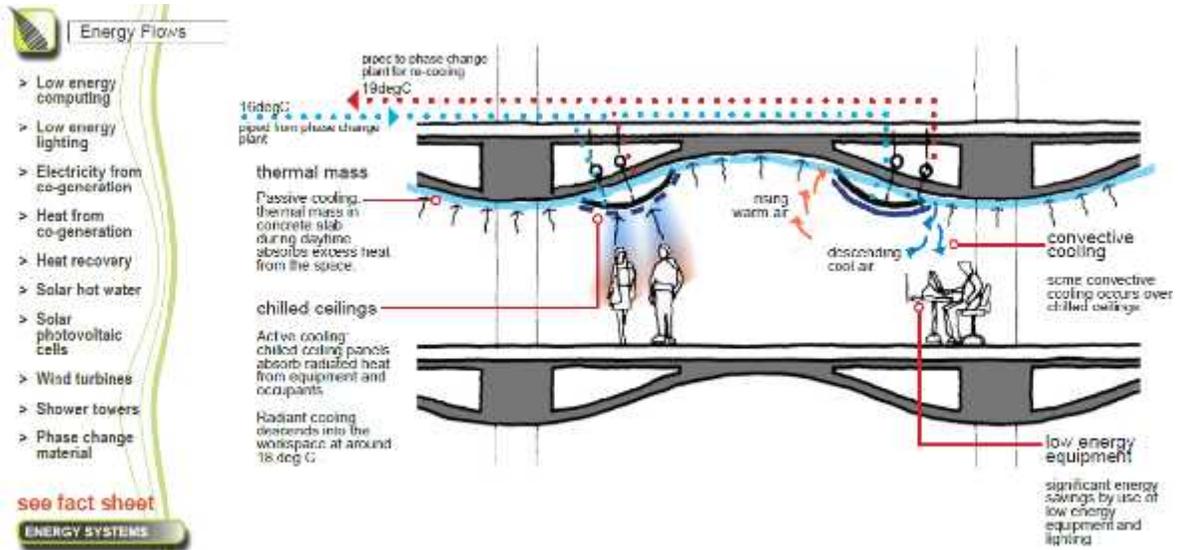


Figura 40: Flujos de energía dentro del Council house 2

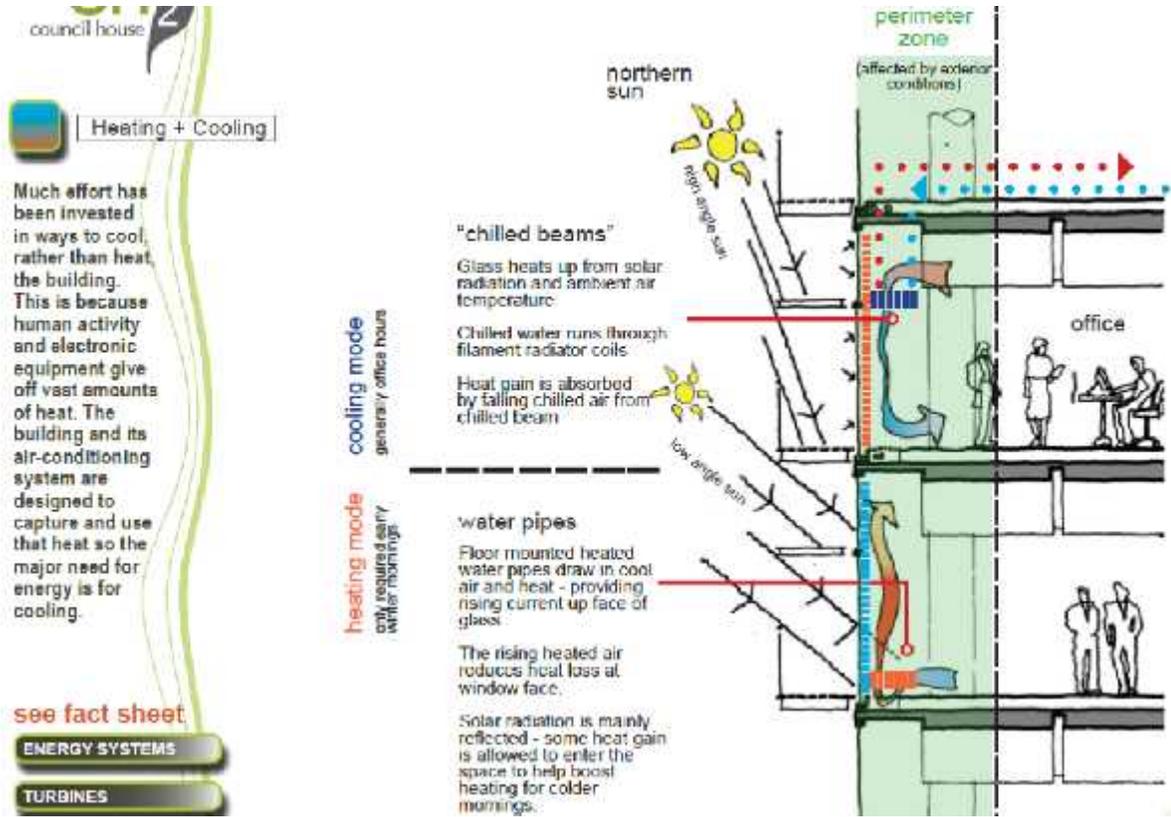


Figura 41: Calentado y enfriado del Council house 2

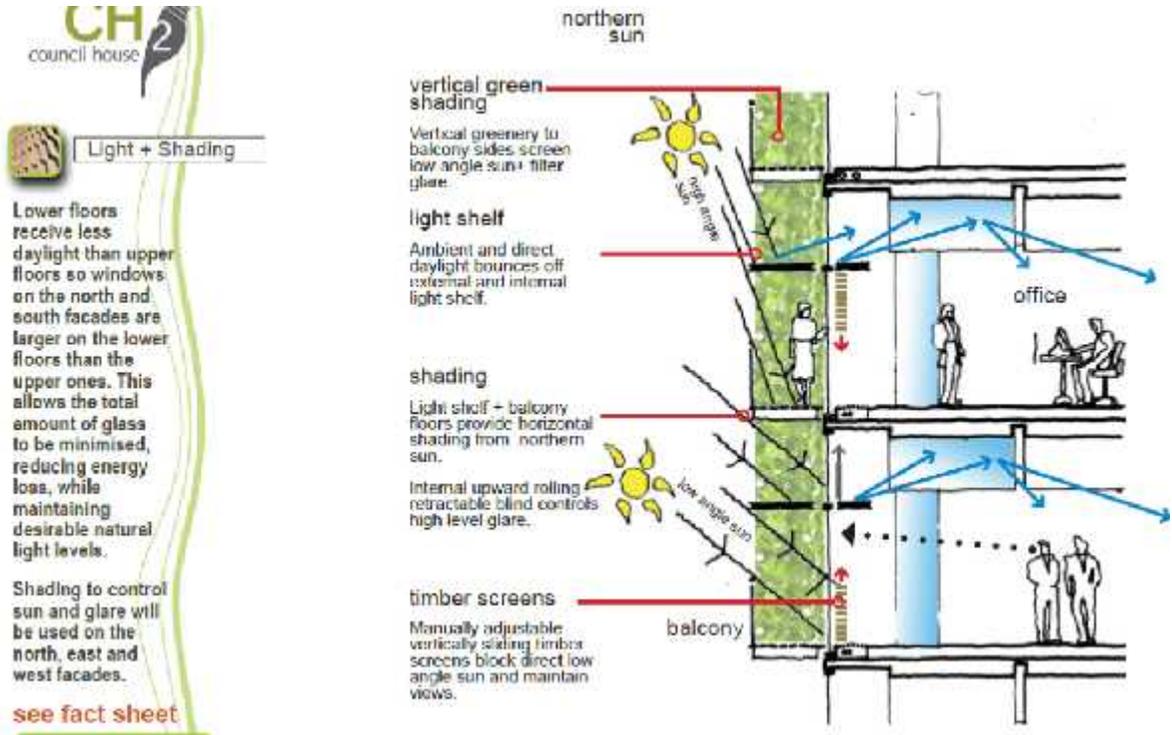


Figura 42: Luz y sombreado del Council house 2

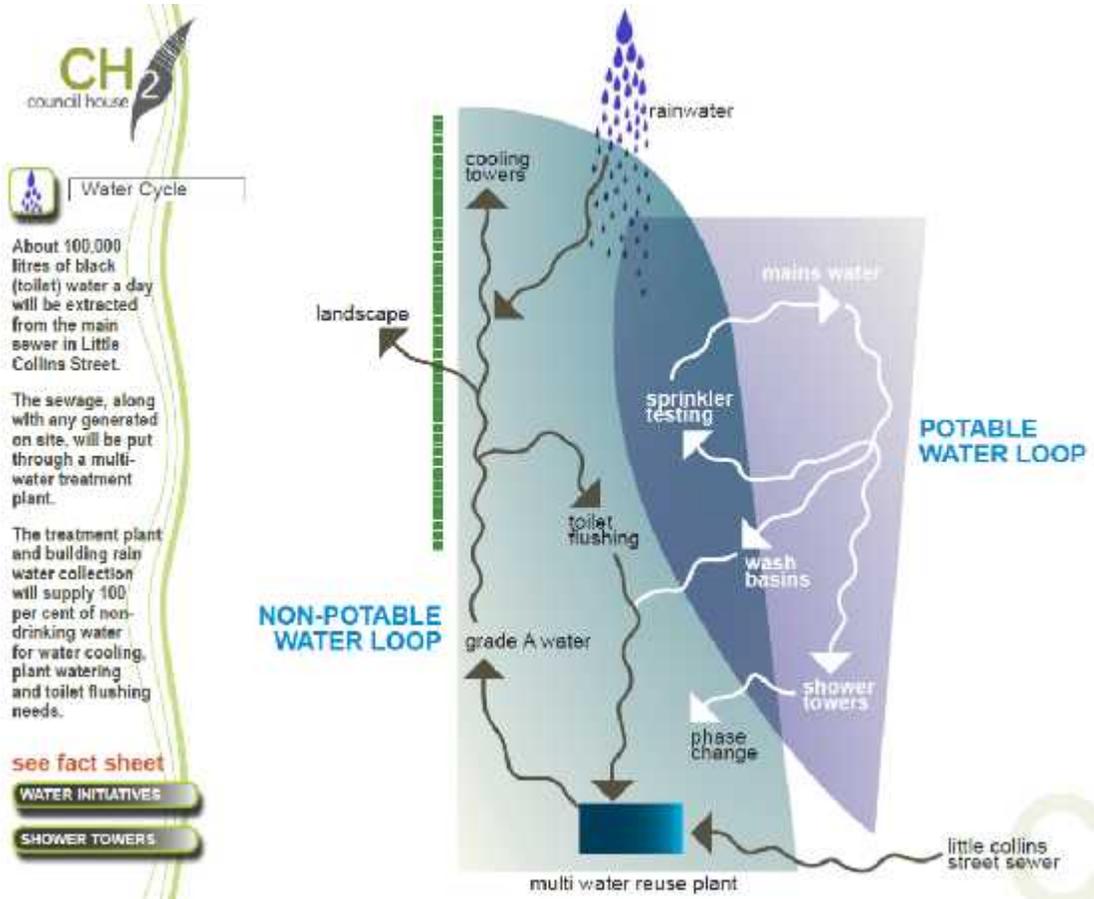


Figura 43: Ciclo del agua dentro del Council house 2

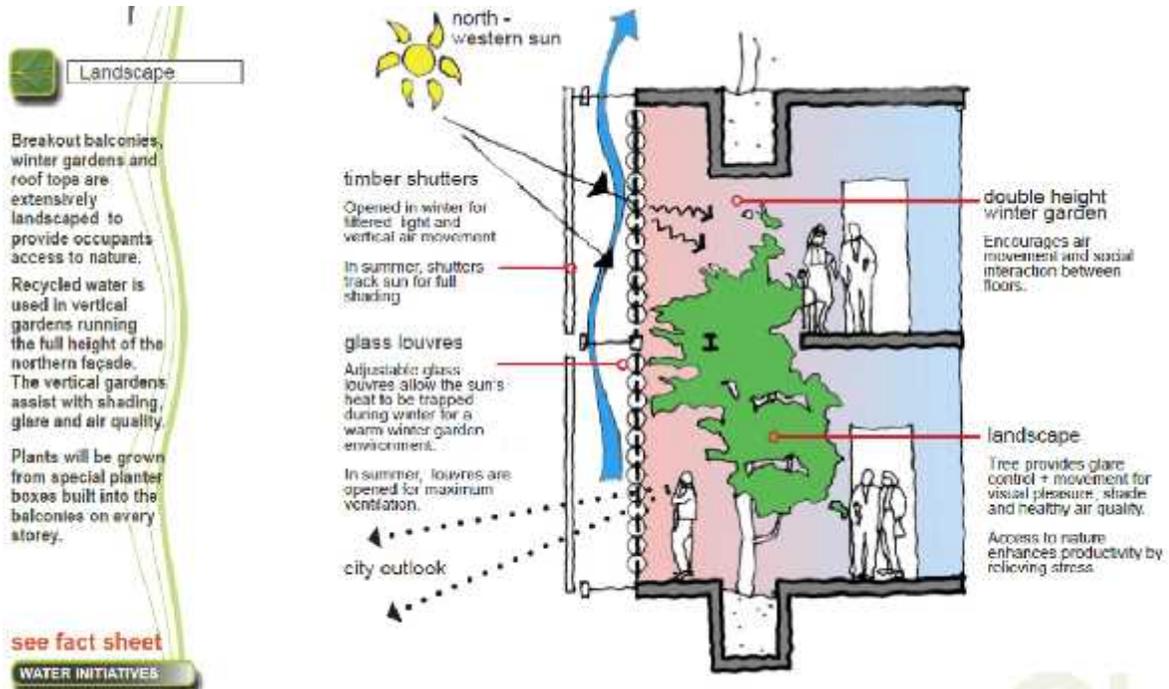


Figura 44: Paisaje dentro del Council house 2

### 3.3.7 EVALUAR

CH2 estaba ocupado y en pleno funcionamiento a finales de 2006. Desde entonces, el personal ha disfrutado de los beneficios de un lugar de trabajo diseñado para su salud y bienestar como una preocupación primordial.

Ahora que se ha completado CH2 y ha estado activamente en uso durante varios años, es posible evaluar el rendimiento de los sistemas del edificio. Como con cualquier proyecto innovador, la evaluación del éxito de los elementos es un proceso continuo.

CH2 utiliza 85% menos energía eléctrica, 93% menos gas, utiliza 13% por ciento de la energía total que utilizaba el antiguo Council House.

### **3.3.7.1 BIENESTAR PERSONAL**

CH2 ha demostrado que la productividad de los ocupantes del edificio de oficinas se puede mejorar potencialmente a través del buen diseño del edificio y la provisión de una gran calidad, medio ambiente sano, interior cómodo y funcional que tiene en cuenta las necesidades básicas de los ocupantes.

El primer año completo de operación fue evaluada de forma independiente por el CSIRO. El informe incluye el análisis de CSIRO consultor independiente Adrian Leaman de Estudio de uso de edificios en el Reino Unido, que indica que la productividad ha mejorado en un impresionante 10,9 por ciento.

### **3.3.7.2 CONCLUSIÓN DEL ANALISIS AL CASO DE ESTUDIO**

La realización de este análisis ha sido de gran importancia para el proyecto del presente trabajo, ya que el edificio investigado contiene la mayoría de los aspectos que se buscan realizar, pero sobretodo se ha podido descifrar como el método de diseño de la espiral de la biomimesis puede ser aplicado a un problema en específico sin importar si se trata de ingeniería, arquitectura, química, etc.

### **3.4 VISIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

Desde un principio el objetivo de este trabajo ha sido crear un proyecto genérico el cual con ciertas modificaciones pueda ser ubicado en diferentes partes del mundo, gracias a esto, el diseño no ha tenido la necesidad de contar con un terreno o contexto específico en dónde ser plasmado, sin embargo, si ha sido necesario dotarlo de una complejidad climatológica que maneje el diseño a la dirección correcta para su fin principal, por esto el diseño está ubicado en un espacio virtual en la ciudad de Veracruz, México, dándole así esta variedad de condiciones.

Habiendo ya realizado una exhaustiva investigación en el posible procedimiento que fue utilizado en el diseño de la Council house 2 en Melbourne, Australia siguiendo la espiral de diseño de la biomimesis, se pretende continuar con este método aprendido y comprobado, al igual que con los conocimientos adquiridos en la resolución y aplicación de analogías naturales en la Council house 2 para realizar el diseño de este trabajo, esto es debido a la gran complejidad que conlleva una investigación sobre analogías naturales la cual requiere una variedad de especialistas que abalen los métodos pasivos y tecnológicos a utilizarse en el diseño.

En los siguientes apartados de la metodología de la espiral de diseño de la biomimesis, inevitablemente se repetirá información anteriormente redactada en puntos similares ya que el caso de estudio y el proyecto a desarrollarse cuentan con información y tecnologías similares lo cual era la intención desde un principio.

### **3.5 ESPIRAL DE DISEÑO DE LA BIOMIMESIS**

#### **3.5.1 IDENTIFICAR**

Recordando lo ya escrito cuando se utilizo esta metodología de diseño en el caso de estudio de la Council house 2, una de las

maneras para identificar un problema de diseño arquitectónico que resolver utilizando la biomimesis es a través de las preguntas ¿Qué quieres que haga tu diseño? ¿Por qué quieres que tu diseño haga eso? En este caso al igual que en el caso de estudio, se busca la eficiencia energética tratando de lograr una regularidad de temperatura agradable en el interior del edificio evitando el uso de sistemas de refrigeración mecánicos, esto con la finalidad de reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por estos sistemas de refrigeración.

El proceso a seguir es localizar en un contexto al diseño a realizarse, en este caso como ya se ha mencionado, el edificio solo cuenta con variantes climatológicas y no de terreno u ubicación urbana de la ciudad de Veracruz.

#### **3.5.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CIUDAD DE VERACRUZ**

Es una importante zona comercial y turística, hasta el último censo realizado en 2010, la ciudad de Veracruz posee una población de 552,114 habitantes.

#### **3.5.1.2 LOCALIZACIÓN**

La ciudad se encuentra ubicada al sureste del Estado, a 90 km de distancia de la capital del estado Xalapa y a 400 km de distancia de la Ciudad de México. Colinda al norte con el municipio de La Antigua y el Golfo de México; al sur con los municipios de Medellín de Bravo y Boca del Río; al este con el Golfo de México y al oeste con los municipios de Manlio Fabio Altamirano y Paso de Ovejas.

#### **3.5.1.3 ALTITUD**

El puerto presenta la más mínima altitud con respecto al nivel del mar, que es de 1 msnm. En algunas zonas de la zona conurbada puede llegar a variar, ya que algunos puntos se presentan en lomas o

zonas más elevadas, pero que no deben sobrepasar los 30 msnm aproximadamente.

#### **3.5.1.4 LATITUD**

Veracruz se encuentra ubicada exactamente en las siguientes coordenadas geográficas:

19° 12' 30" Latitud Norte y 96° 07' 59" Longitud Oeste

#### **3.5.1.5 TEMPERATURA**

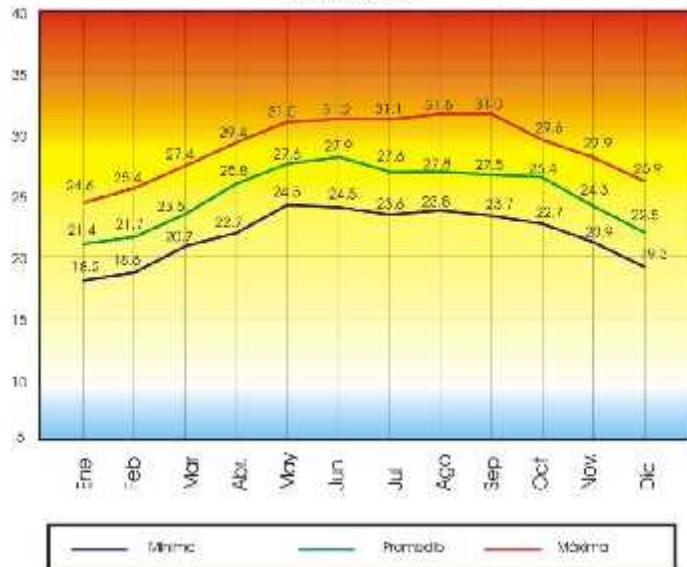
El factor clima y temperatura es una característica muy importante ya que, como fue mencionado anteriormente, la ciudad posee un clima tropical cálido, con una temperatura media anual de 25.3 °C. Estos valores de temperatura varían conforme a las estaciones del año; es decir, tenemos una temperatura máxima promedio alrededor de 32°C y se presenta en los meses de abril y mayo; mientras que la temperatura mínima promedio es de 13°C y se presenta en el mes de enero.

Al hablar del clima de Veracruz es necesario hacer mención de dos fenómenos meteorológicos de relevancia que hacen sentir su influencia en el mismo:

Los primeros son los ciclones, que se presentan principalmente en otoño, aunque los hay también en verano. Su presencia después de la temporada lluviosa, en verano, hace que ésta se prolongue, causando eventuales inundaciones, ya que los ríos se desbordan.

Los segundos son los frentes fríos o "nortes", como se les conoce comúnmente, que son frecuentes en invierno y algunas veces se prolongan hasta la primavera. Se trata de masas de aire frío, provenientes de las regiones polares, que al ponerse en contacto con las cálidas del Golfo las elevan, formando así nubes que se precipitan de manera tempestuosa.

### TEMPERATURAS VERACRUZ, VER.

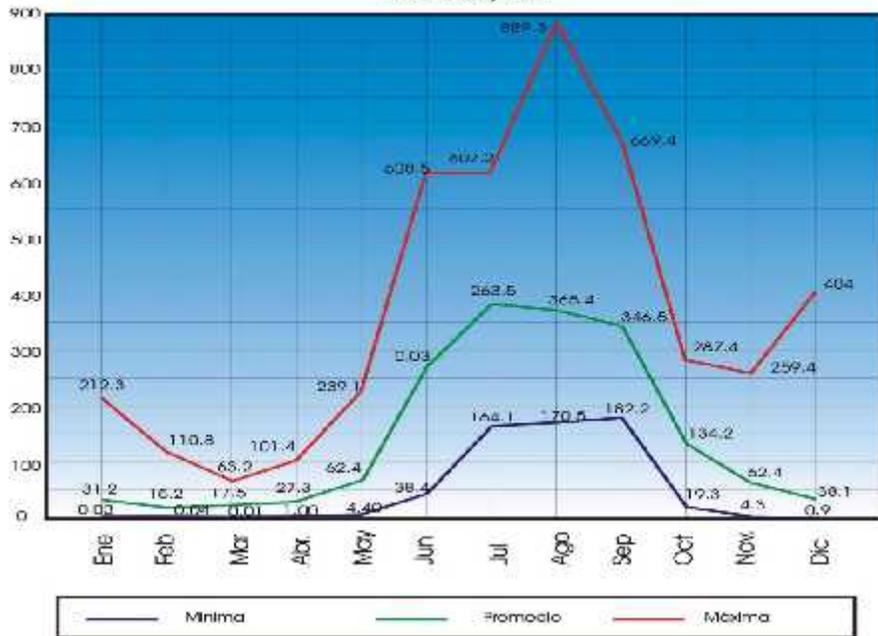


Mes	Mínima	Máxima	Días con lluvia	Precipitación
Enero	19°C	26°C	6	43 mm
Febrero	19°C	28°C	4	18 mm
Marzo	21°C	30°C	3	17 mm
Abril	23°C	32°C	2	19 mm
Mayo	25°C	33°C	4	48 mm
Junio	25°C	32°C	11	263 mm
Julio	24°C	32°C	15	347 mm
Agosto	24°C	32°C	14	359 mm
Septiembre	24°C	32°C	15	436 mm
Octubre	23°C	30°C	12	183 mm
Noviembre	22°C	29°C	8	96 mm
Diciembre	20°C	27°C	7	69 mm

**Fuente:** Servicio Meteorológico Nacional, México. Datos registrados en el periodo: 1971-2000.

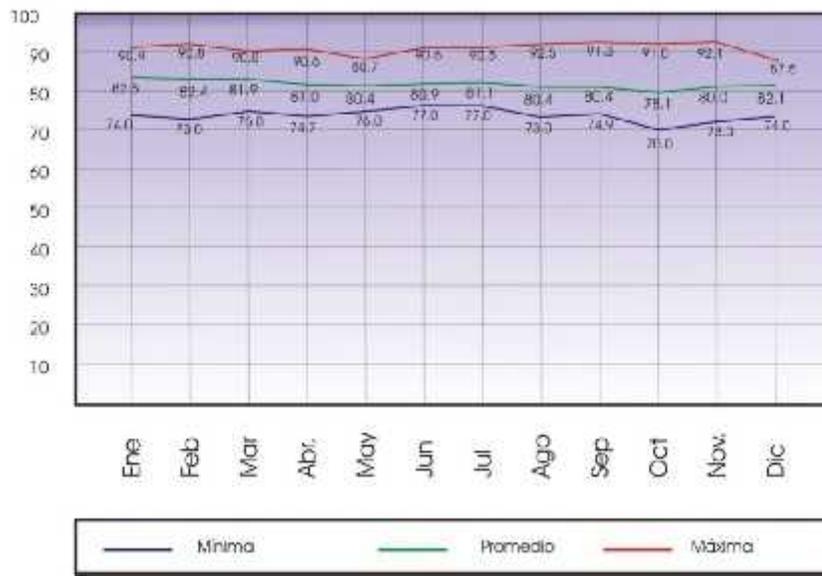
mes	V. dom.		V. max. Prom.		V. max.	
	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.	Dir.	Vel.
ene	NNW	9.0	NNW	28.1	NNW	64.0
feb	N	8.8	N	26.9	NNW	53.0
mar	N	7.0	N	25.7	NNW	55.5
abr	NNE	5.5	NNE	21.9	NNW	48.0
may	ENE	4.7	ENE	19.3	NNE	33.1
jun	NE	4.4	NE	15.4	NNE	33.2
jul	NE	4.0	NE	16.7	SSE	31.4
ago	NE	4.1	NE	17.5	ENE	29.8
sep	NNE	5.8	NNE	18.4	SE	28.2
oct	NNW	8.0	NNW	23.0	NNW	46.9
nov	NNW	8.4	NNW	24.2	NNW	36.8
dic	NNW	8.6	NNW	28.9	NNW	66.0

# PRECIPITACIÓN VERACRUZ, VER.



# HUMEDAD RELATIVA

VERACRUZ, VER.



### **3.5.2 INTERPRETAR**

**(Trasladar el diseño a términos biológicos y definir parámetros)**

Este apartado debe identificar las funciones biológicas que se buscan para encontrar organismos que de cierta manera hayan resuelto los problemas de diseño presentados en el apartado anterior.

La forma de interpretar los procesos necesarios para lograr los requerimientos de utilización eficiente de recursos mencionados anteriormente es preguntándose ¿Cómo hace la naturaleza esa función?

Por mucho tiempo el principal problema en edificaciones ha sido la regulación de su temperatura, el objetivo principal es encontrar a los organismos que puedan lograr esto, primordialmente seres vivos que tengan la capacidad en su hábitat de intercambiar gases de la manera más efectiva posible para conseguir un confort térmico ideal.

De igual manera se deben definir condiciones de hábitat que reflejen parámetros de diseño para la zona en donde se quiere construir la edificación, principalmente refiriéndose a la climatología del sitio, esto siendo de gran importancia, ya que así se tiene el conocimiento de las zonas del mundo en donde se podrían buscar estos organismos los cuales se cree tengan la solución al problema.

### **3.5.3 DESCUBRIR**

**(Descubrir los modelos biológicos que satisfacen al diseño)**

Entendiendo lo estético y las cualidades prácticas de los productos naturales, la sincronización de los procesos naturales y



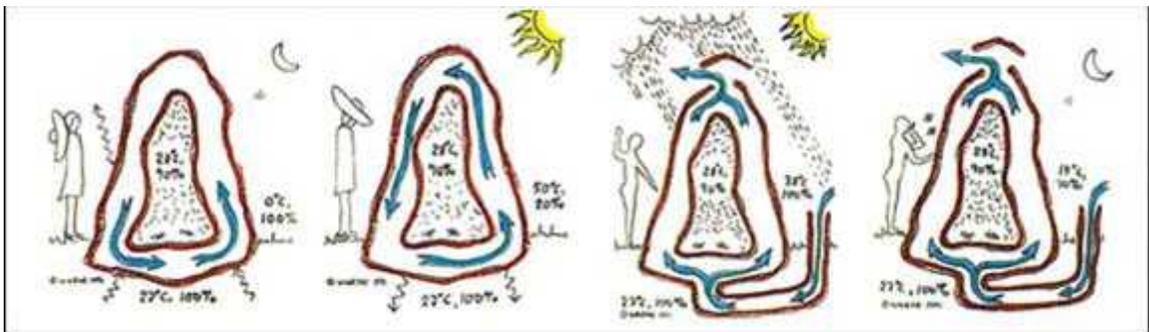
respiraderos en el montículo superior, y aberturas en la base del montículo permiten que el aire más fresco y más denso fluya en sustitución del aire más caliente a medida que sube.

Las termitas macrotermitine construyen algunas de las estructuras más espectaculares construidas por animales en el planeta. Algunas, como los montículos de las *Macrotermes michaelseni* son rasgos dominantes del paisaje en gran parte del sur de África. Estas termitas controlan una parte significativa de los flujos de carbono y agua a través de los ecosistemas de sabanas áridas.

Estas notables estructuras no son la residencia de la colonia de termitas, muy pocas son las que se encuentran en ellos, sino que son órganos accesorios del intercambio de gases que sirven a las necesidades respiratorias de la colonia subterránea, situada a uno o dos metros por debajo del montículo.

Funcionalmente, estos montículos son dispositivos para la captura de la energía eólica para potenciar la ventilación activa del nido. Son estructuras adaptativas, continuamente moldeadas por las termitas para mantener la atmósfera del nido. Esta capacidad otorga a la emergente homeostasis de la colonia, la regulación del medio ambiente del nido por las actividades colectivas de los habitantes.

El calor generado por las termitas y sus jardines en el núcleo del nido fluye en los tubos de recolección y se eleva en las chimeneas a una tasa de alrededor de 12.7 cm por minuto. Como este aire húmedo rico en CO<sub>2</sub> fluye por las chimeneas atrae el aire frío a través de la zona de sótano bajo el nido, donde comienza a subir hacia las diversas cámaras. Los contrafuertes están plagados de pequeños agujeros demasiado pequeños incluso para las termitas, pero lo suficientemente grandes como para que el aire caliente



a prueba lo analizado en la naturaleza y es aplicado al proyecto arquitectónico.

### **3.6 MODELO CREATIVO CONCEPTUAL**

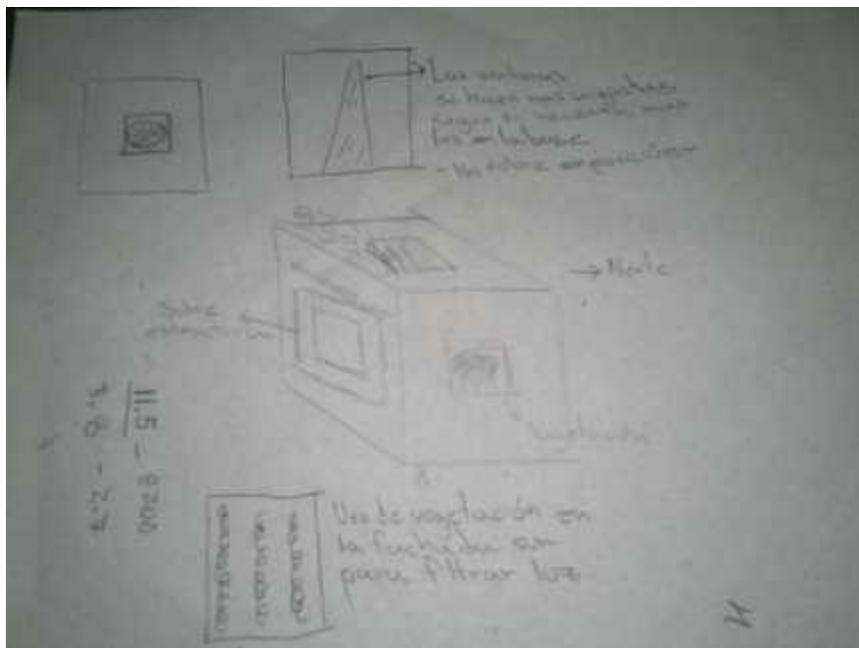
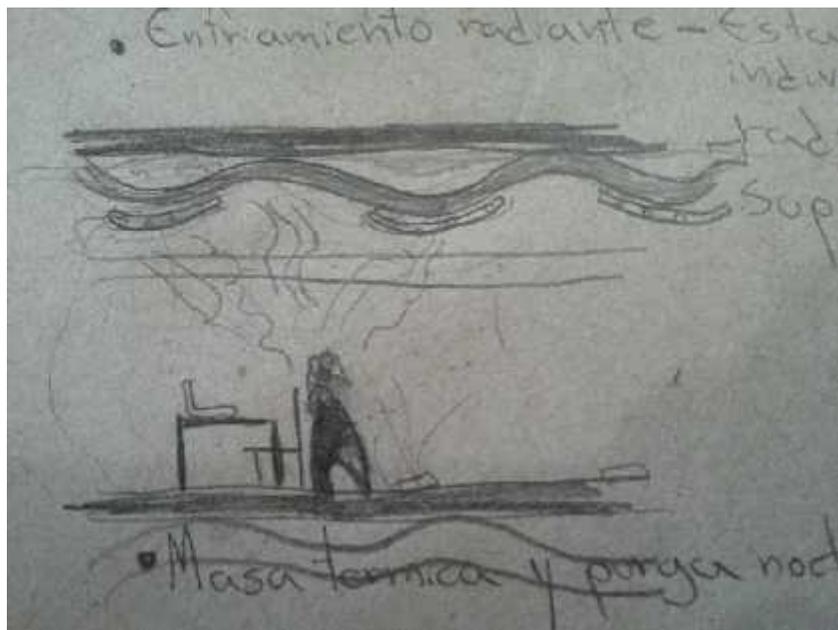
Aunque a veces pareciera que el desarrollo de una idea es fácil, y fluye de una manera positiva y estructurada mientras más investigas sobre esta, el inicio del proceso creativo para la concepción del proyecto nunca es así de sencillo, como arquitectos siempre buscamos dejar innovación en cada uno de nuestros proyectos y el encontrarla siempre lleva su tiempo, la idea de fusionar toda las teorías intangibles investigadas a un mismo proyecto con el fin de que este se vuelva tangible es el verdadero reto del arquitecto.

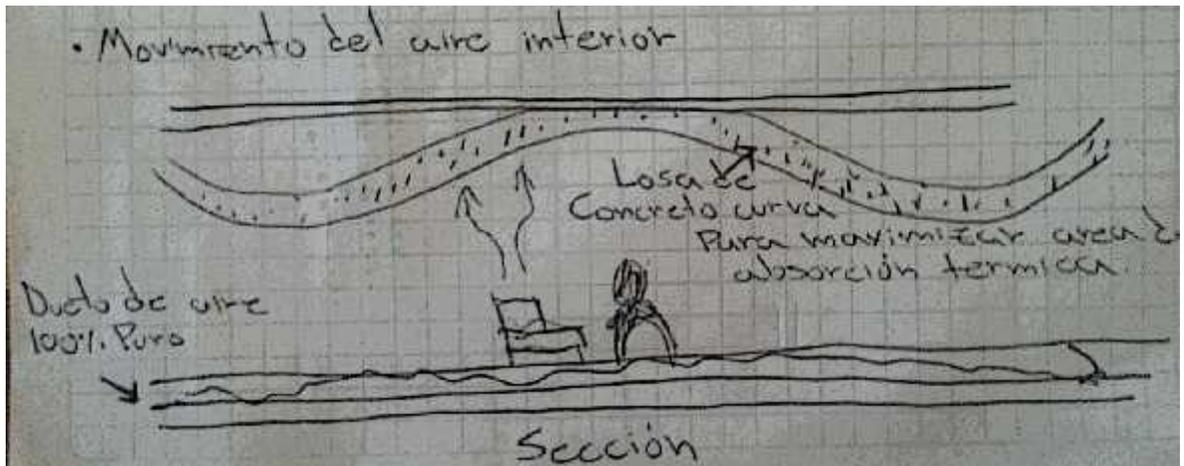
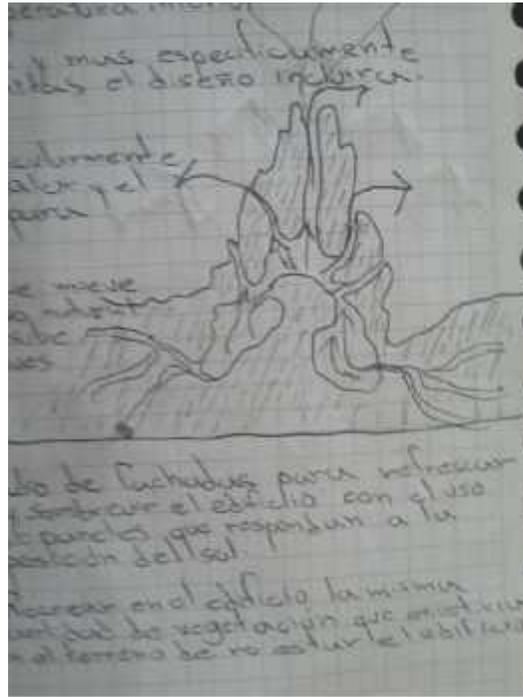
#### **3.6.1 BOCETOS DE DISEÑO**

A pesar de tratarse de dibujos con una finalidad, es decir, de haber sido realizados con la intención concreta de servir de memoria, guía y modelo para la obra, por la inspiración y la calidad artística del autor se convierten frecuentemente en obras de valor propio y a veces sentimental.

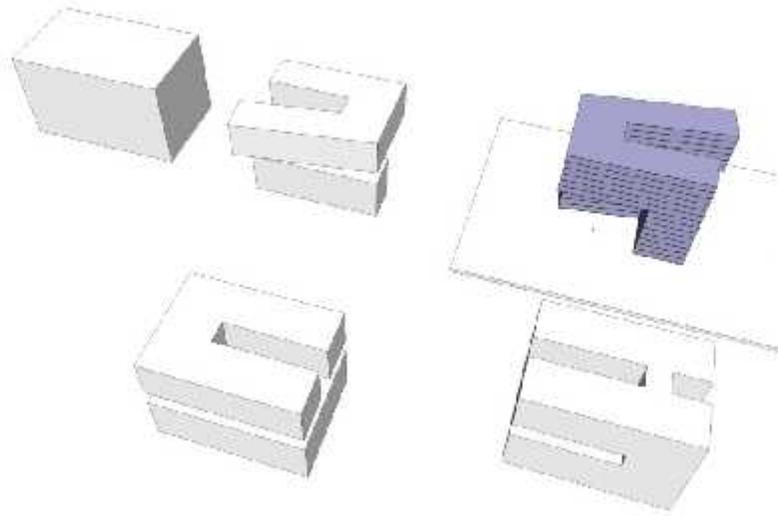
Los bocetos arquitectónicos muchas de las veces sirven casi exclusivamente de planteamiento, así pues, mientras que en otros tipos de dibujo es el mismo autor el que pasa de la fase gráfica a la pictórica o plástica, con el dibujo arquitectónico se da el caso de que la obra de arte deberá ser realizada, aunque basándose en dicho dibujo, por personas ajenas, y con características espaciales absolutamente apartadas de las gráficas.

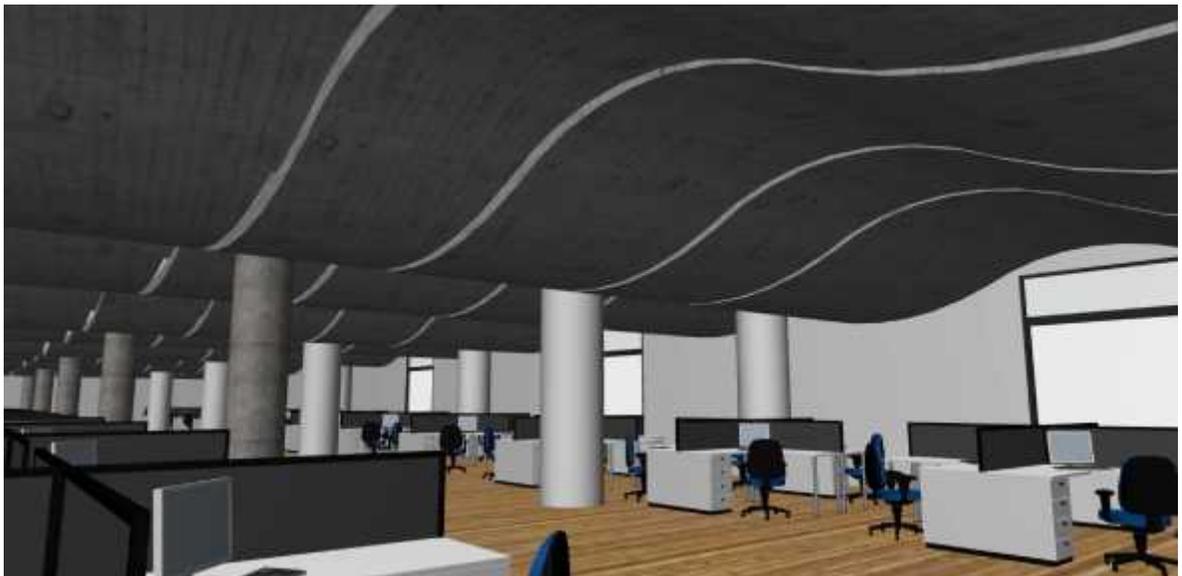
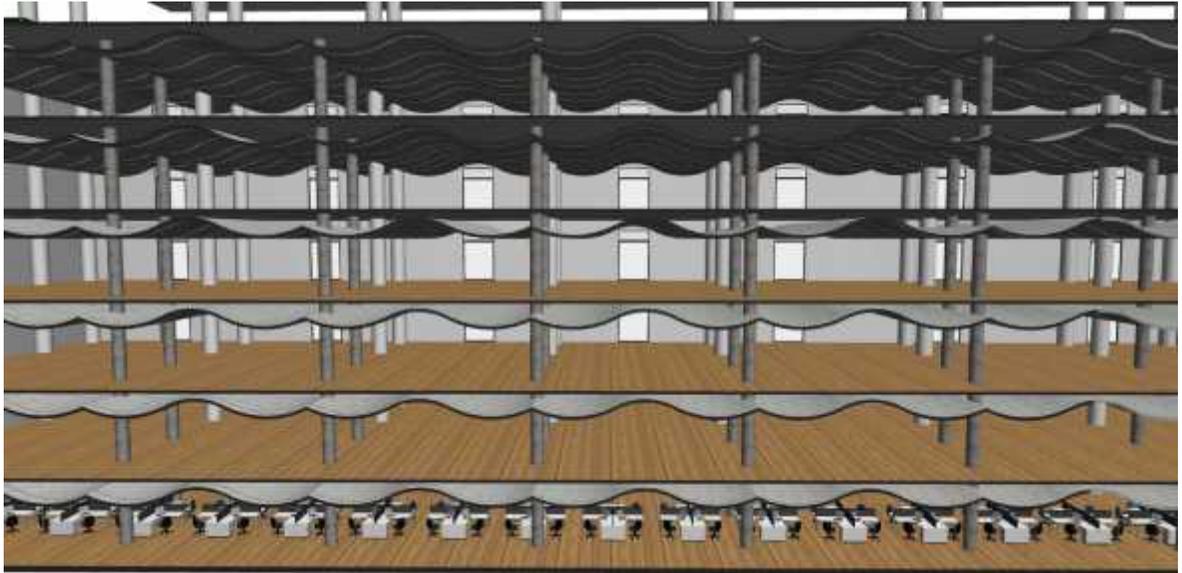
Aun así, los bocetos son de gran importancia para la realización de un buen proceso de diseño.



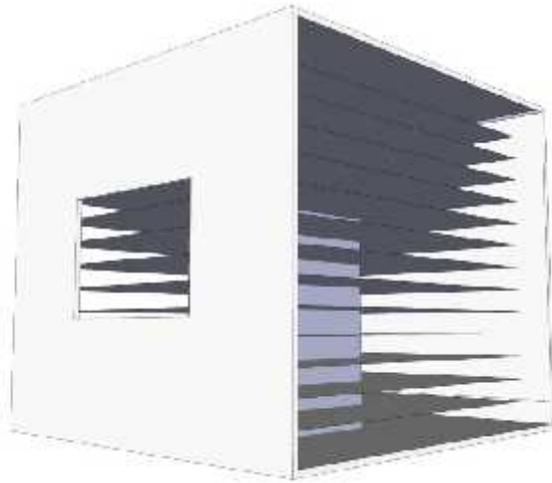
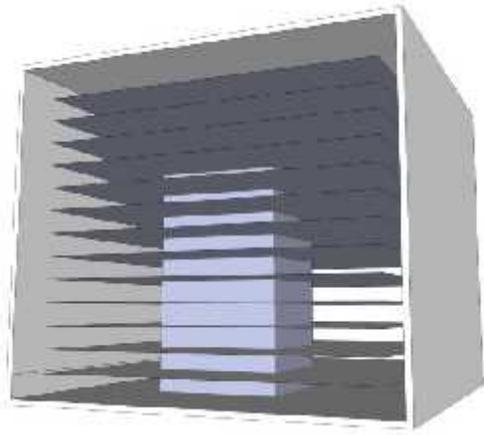


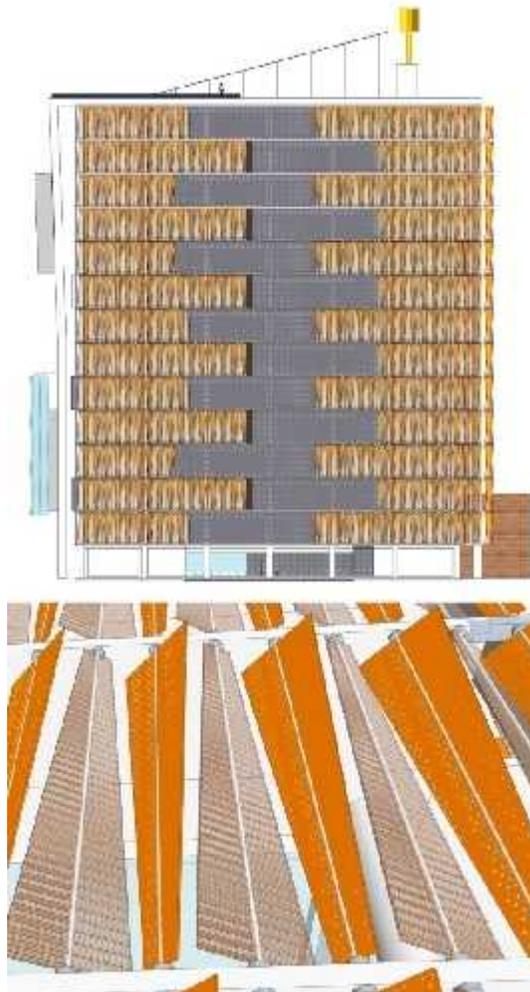


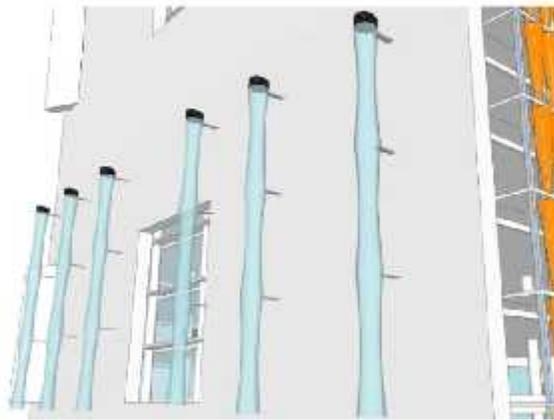
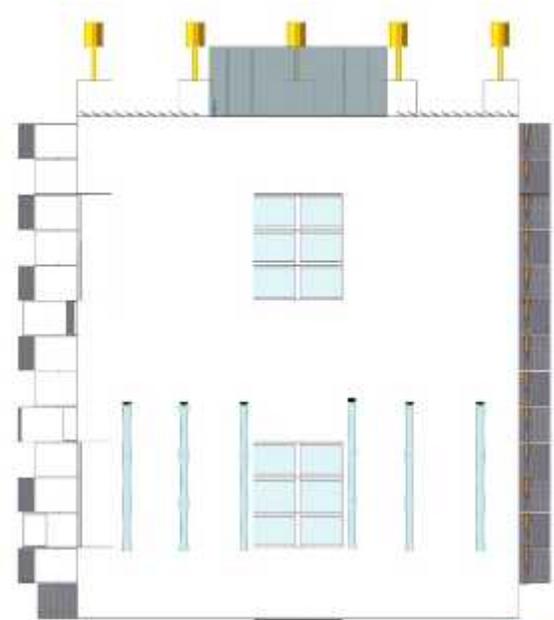


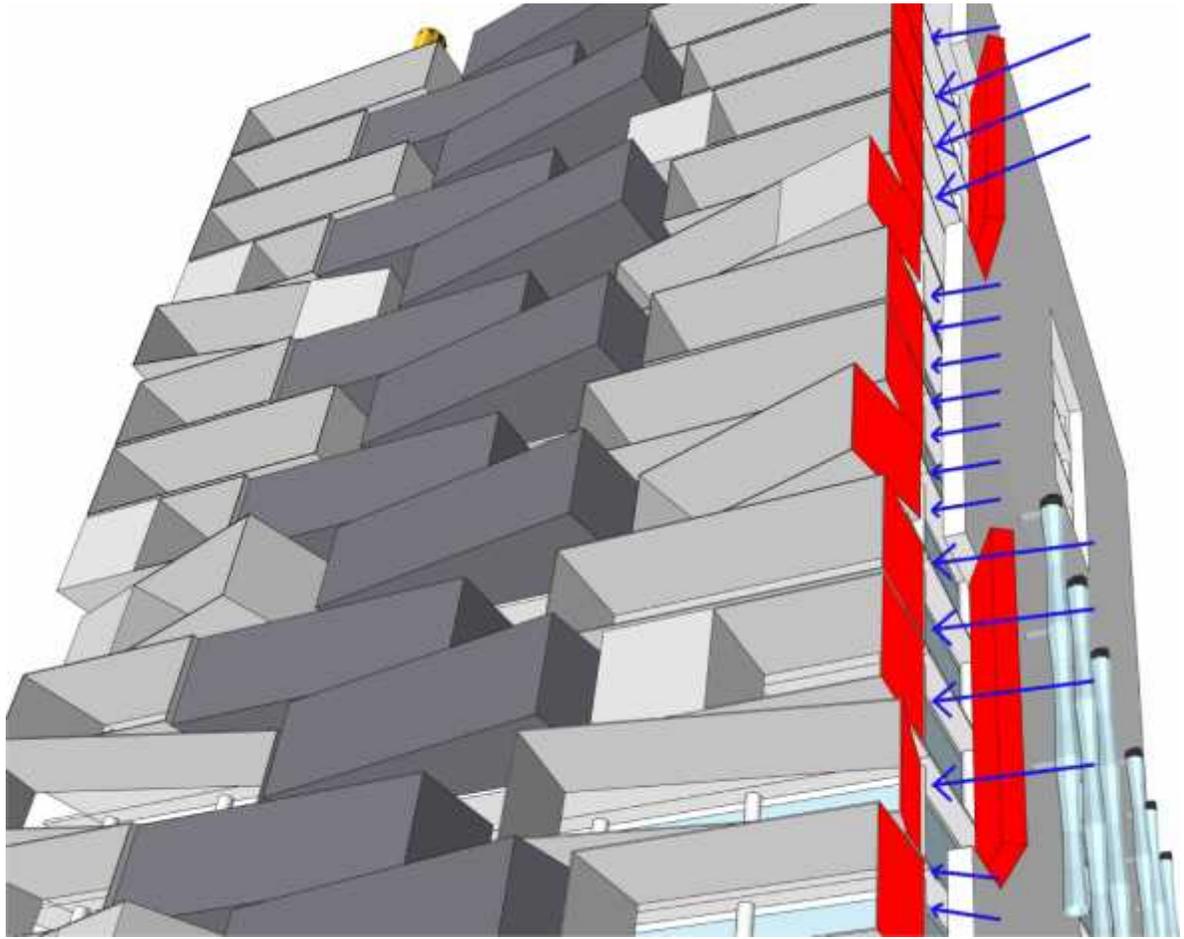


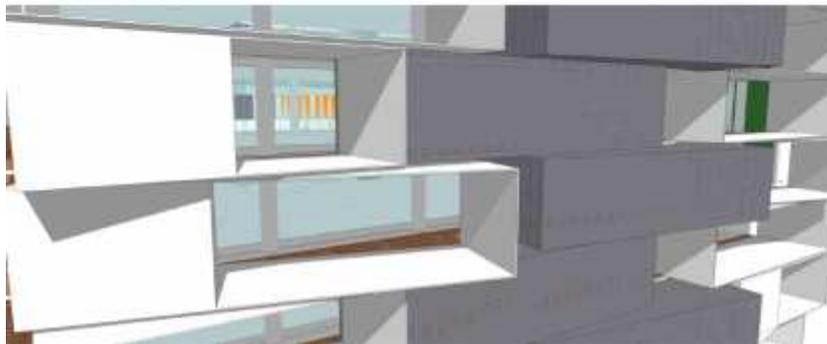


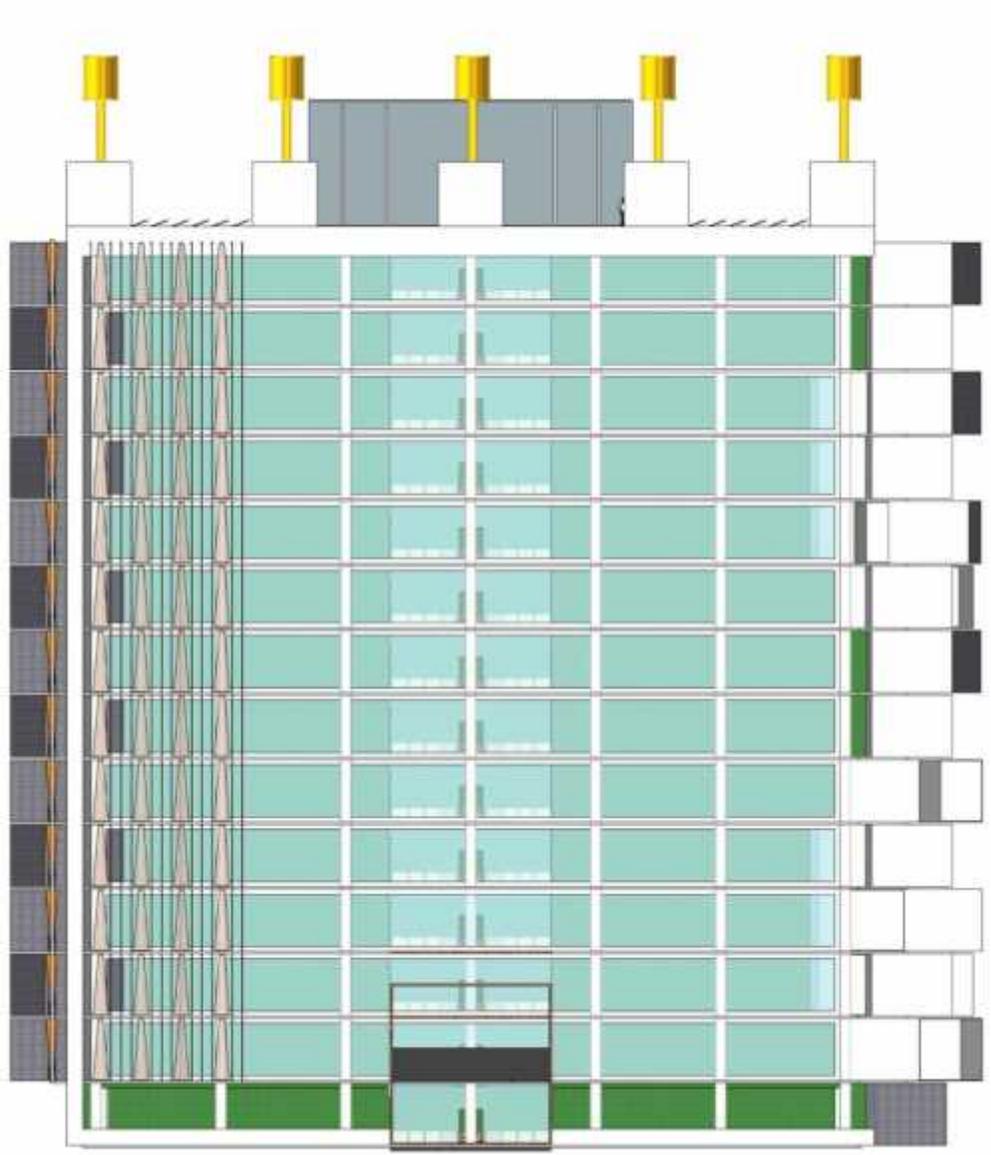


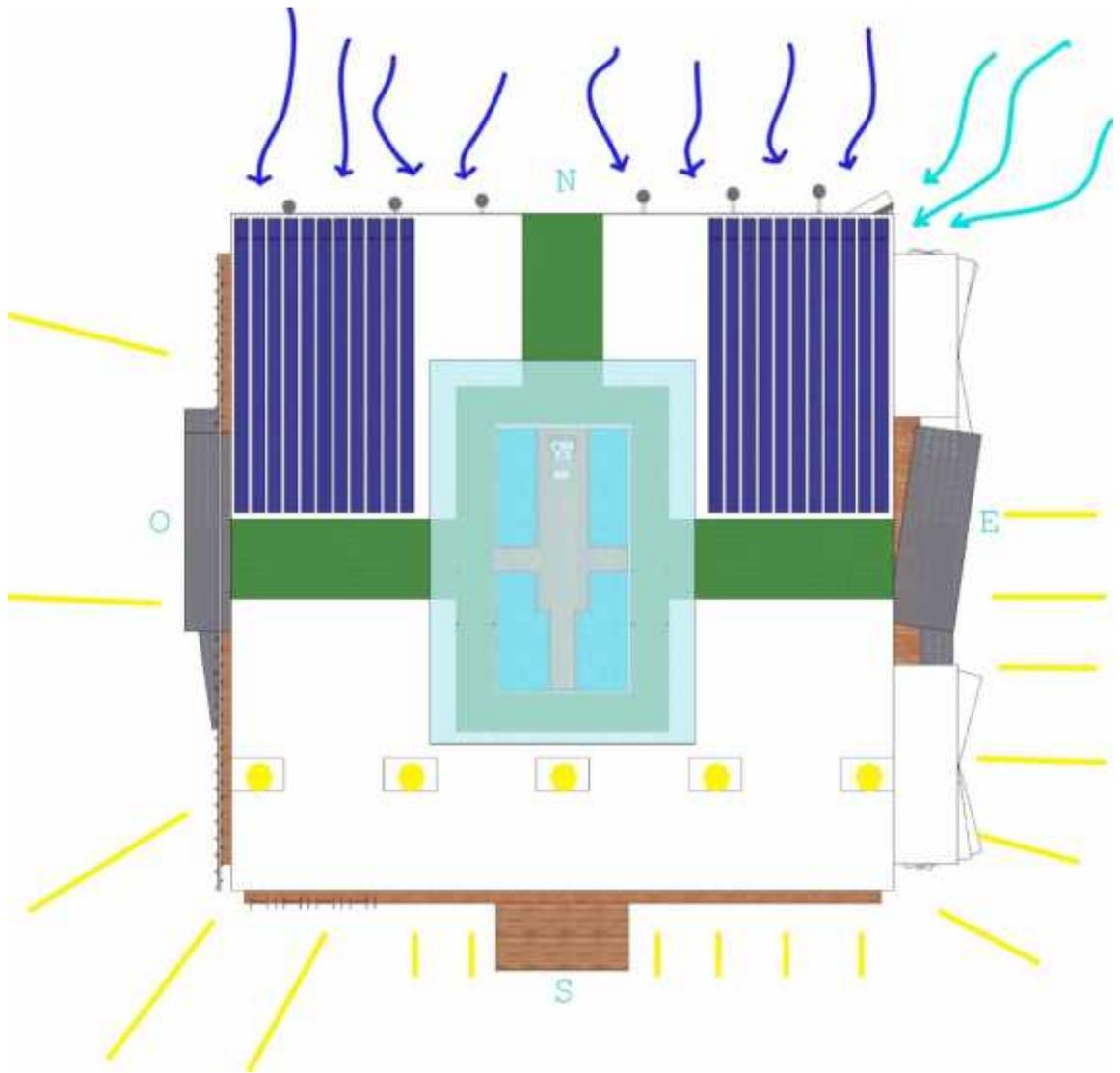


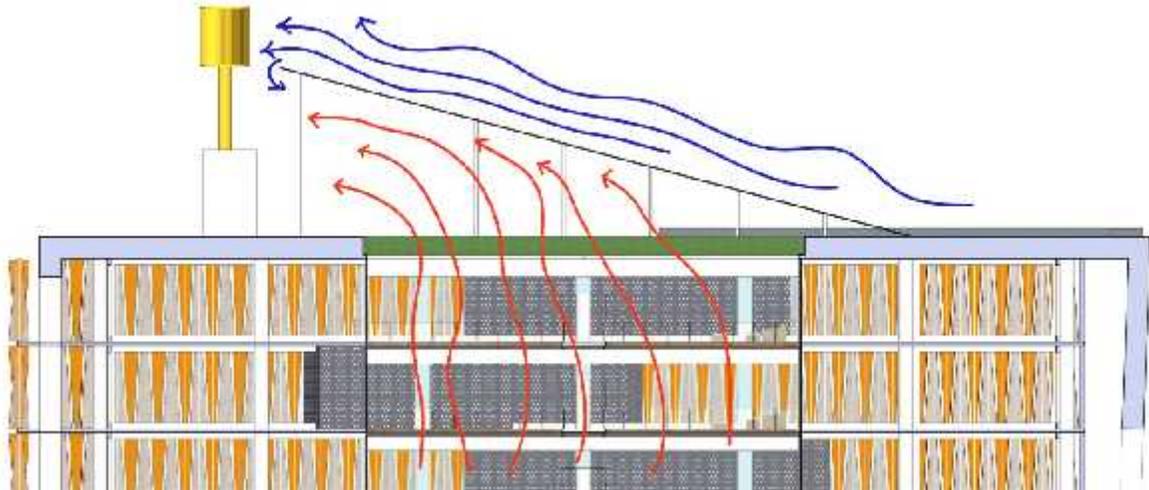








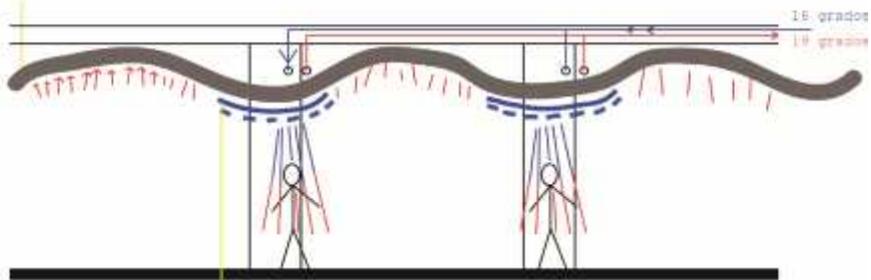




Masa térmica

Refrigeración pasiva:

Masa térmica en placas de cemento durante el día absorbe el exceso de calor de los espacios.



Techos fríos

Refrigeración activa:

Fanles refrigerados de techo absorben el calor irradiado por equipos y ocupantes.

El enfriamiento radiante desciende en el espacio de trabajo hasta 18 grados la temperatura.

### 3.7 PROYECTO EJECUTIVO

El proyecto ejecutivo es la solución constructiva del diseño arquitectónico. Consiste en un conjunto de planos que detallarán como se deberá construir la obra arquitectónica. Éste corresponde al diseño y materiales a utilizarse. En este caso, por la cualidad teórica del diseño, este apartado se completa presentando planos arquitectónicos y detalles, además de láminas graficas que ayuden específicamente a explicar el proceso de diseño y funcionamiento del edificio.

#### 3.7.1 RELACIÓN DE PLANOS

CLAVE	DESCRIPCION
<b>ARQUITECTONICOS</b>	
A.02.1	PLANTA BAJA
A.02.3	SEGUNDO PISO
A.02.15	PLANTA DE TECHOS
A.03.1	FACHADA SUR
A.03.2	FACHADA OESTE
A.03.3	FACHADA NORTE
A.03.4	FACHADA ESTE
A.04.1	CORTE S-01
A.04.2	CORTE S-02
A.06.1	PLANO DE TUBERIAS DEL SISTEMA DE ENFRIADO
<b>LAMINAS GRAFICAS</b>	
	MODO DIURNO
	MODO NOCTURNO
	FLUJO DE ENERGÍA
	SOL DEL SUR Y EL OESTE
	TORRES DE DUCHA
	LOSAS ABOVEDADAS
	MATERIAL DE CAMBIO DE FASE
	PANELES FRIOS

<b>RENDERS</b>	
	PERSPECTIVA
	FACHADA OESTE
	FACHADA NORTE
	FACHADA ESTE
	FACHADA SUR
	LOUVERS
	ACERCAMIENTO FACHADA NORTE
	BALCONES ESTE
	ENTRADA
	PERSPECTIVAS
	PUENTE - ATRIO
	TERRAZA - TURBINAS



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
VERACRUZ VILLA RICA

**FACULTAD DE  
ARQUITECTURA**

10° SEMESTRE

SEMINARIO DE TITULACIÓN II

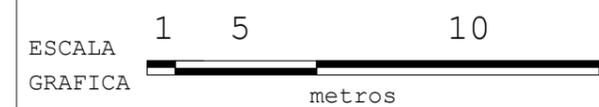
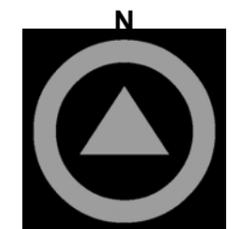
ASESOR:

JOSE HUMBERTO DIAZ ORTIZ

PROYECTADO POR:

**LUIS ENRIQUE ALVAREZ CARLIN**

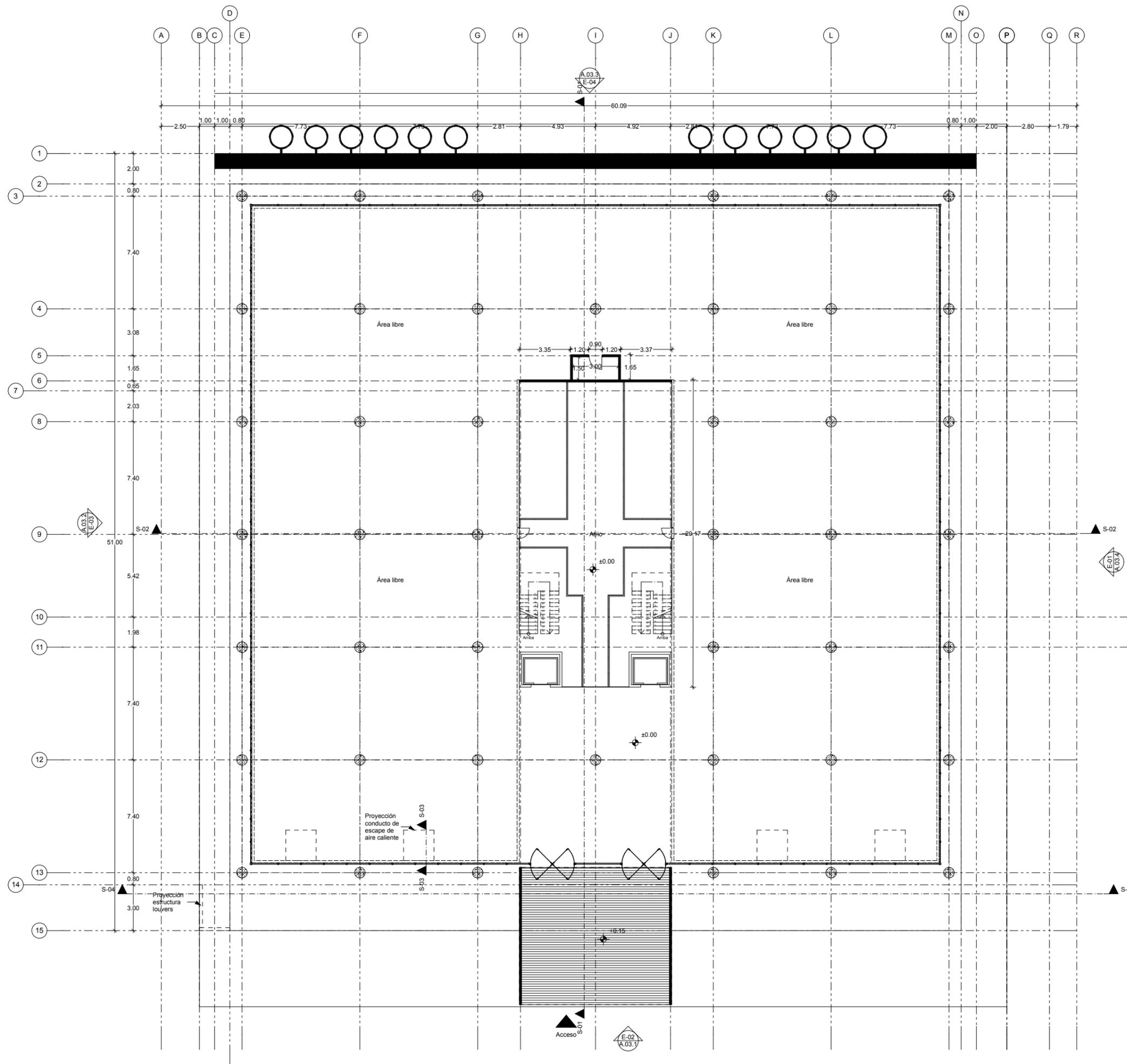
**PLANTA BAJA**



ESCALA: 1:250

ID Plano

**A.02.1**





UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
VERACRUZ VILLA RICA

**FACULTAD DE  
ARQUITECTURA**

10° SEMESTRE

SEMINARIO DE TITULACIÓN II

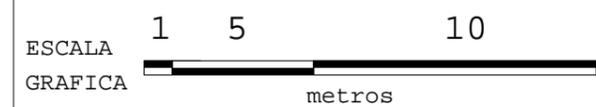
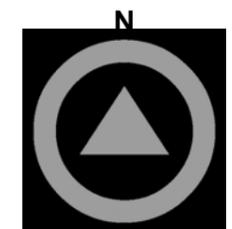
ASESOR:

JOSE HUMBERTO DIAZ ORTIZ

PROYECTADO POR:

**LUIS ENRIQUE ALVAREZ CARLIN**

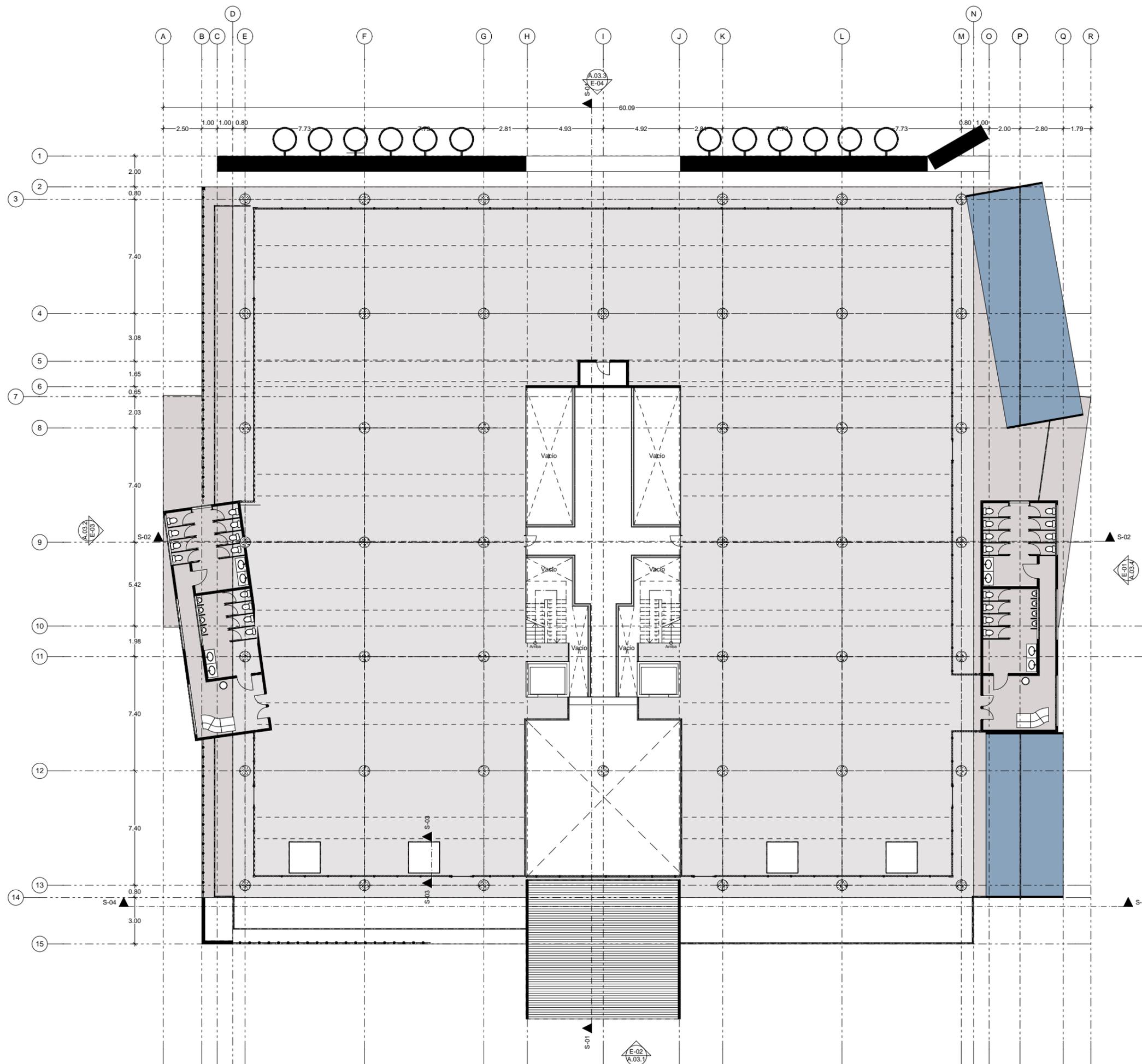
**SEGUNDO PISO**



ESCALA: 1:250

ID Plano

**A.02.3**





UNIVERSIDAD AUTONOMA DE VERACRUZ VILLA RICA

# FACULTAD DE ARQUITECTURA

10° SEMESTRE

SEMINARIO DE TITULACIÓN II

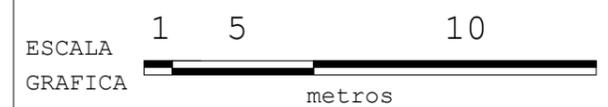
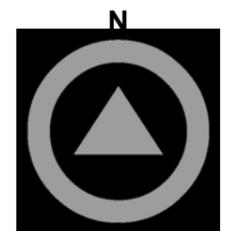
ASESOR:

JOSE HUMBERTO DIAZ ORTIZ

PROYECTADO POR:

**LUIS ENRIQUE ALVAREZ CARLIN**

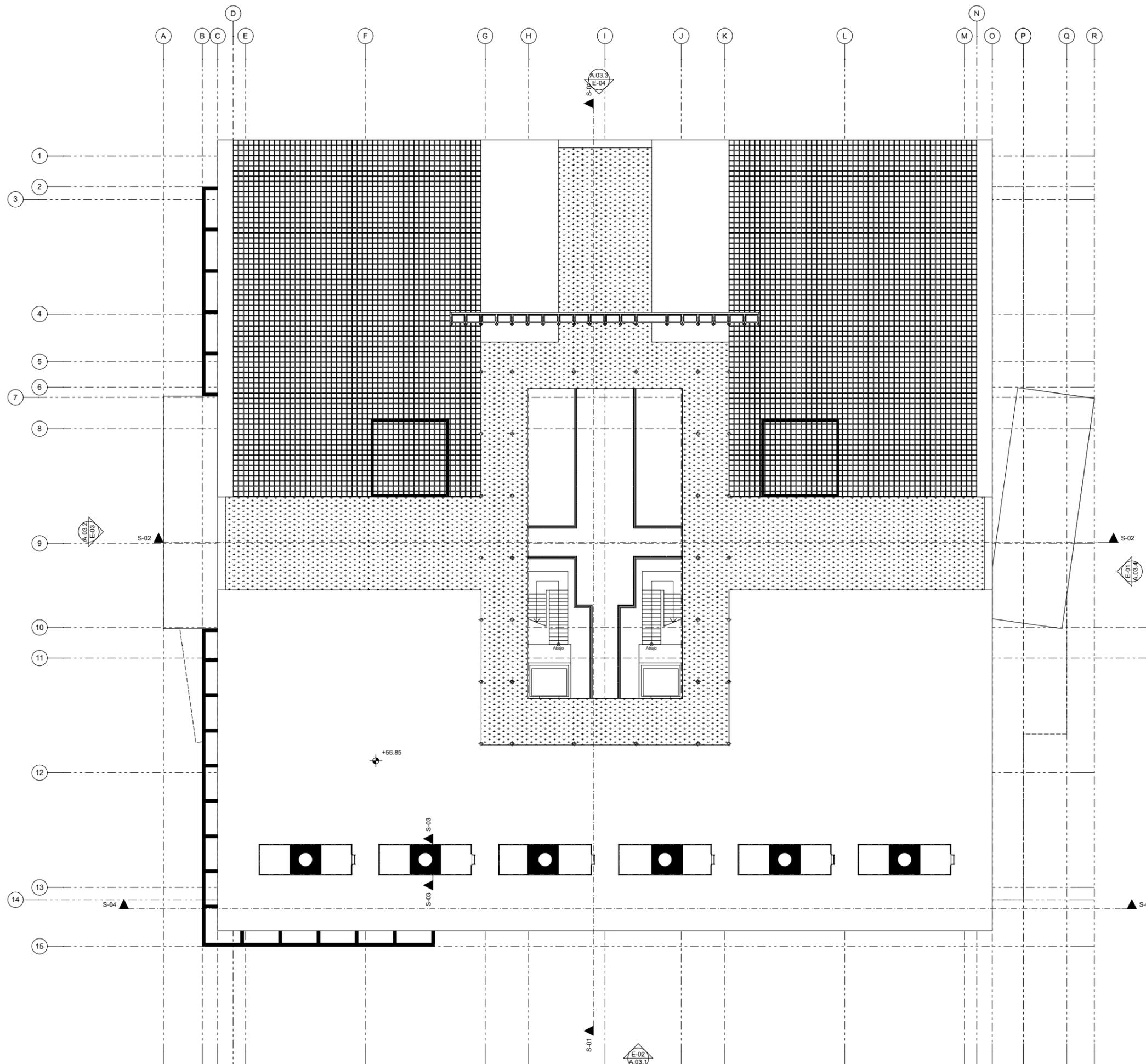
## PLANTA DE TECHO

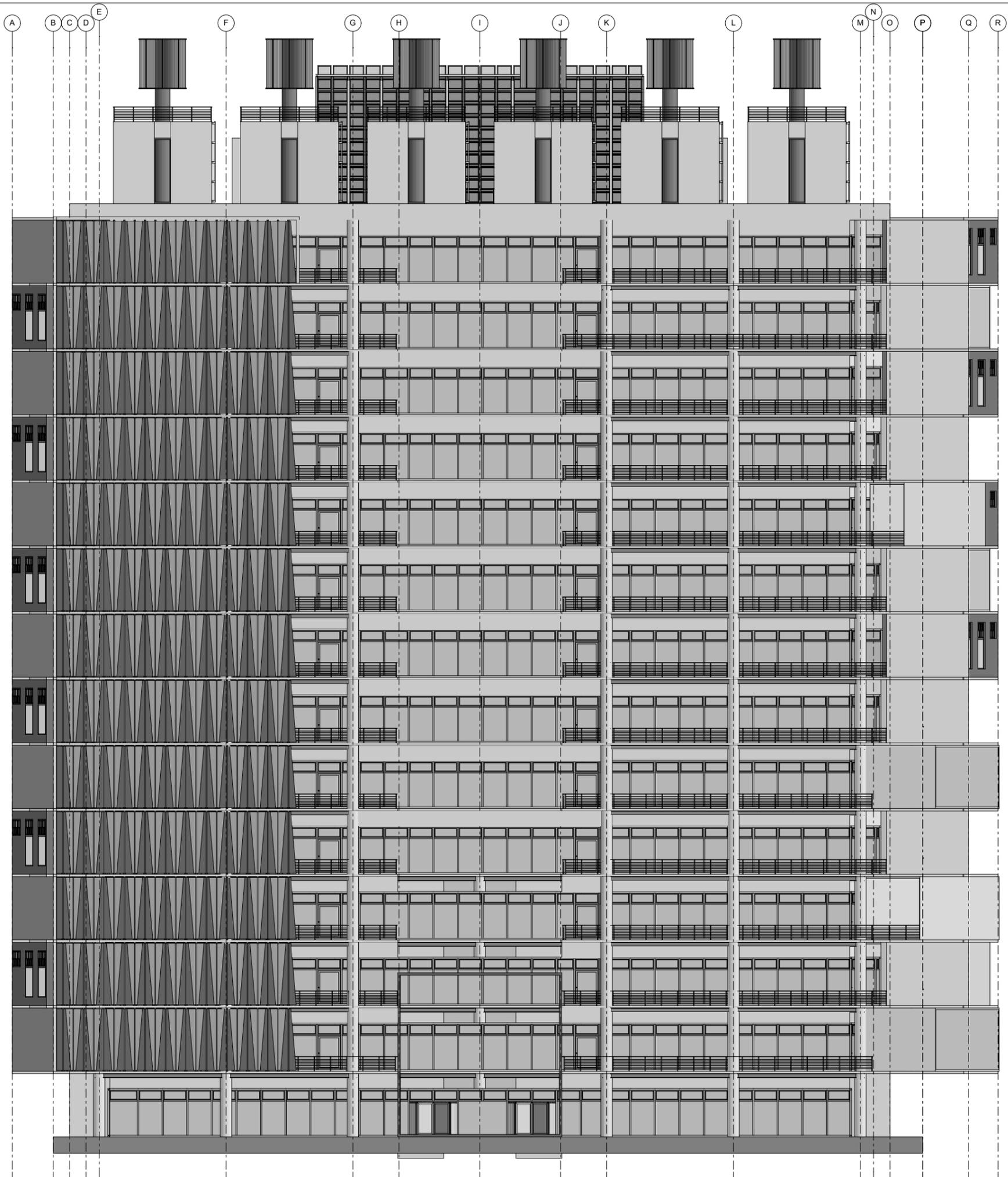


ESCALA: 1:250

ID Plano

**A.02.15**





UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
VERACRUZ VILLA RICA

**FACULTAD DE  
ARQUITECTURA**

10° SEMESTRE

SEMINARIO DE TITULACIÓN II

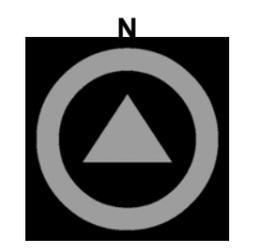
ASESOR:

JOSE HUMBERTO DIAZ ORTIZ

PROYECTADO POR:

**LUIS ENRIQUE ALVAREZ CARLIN**

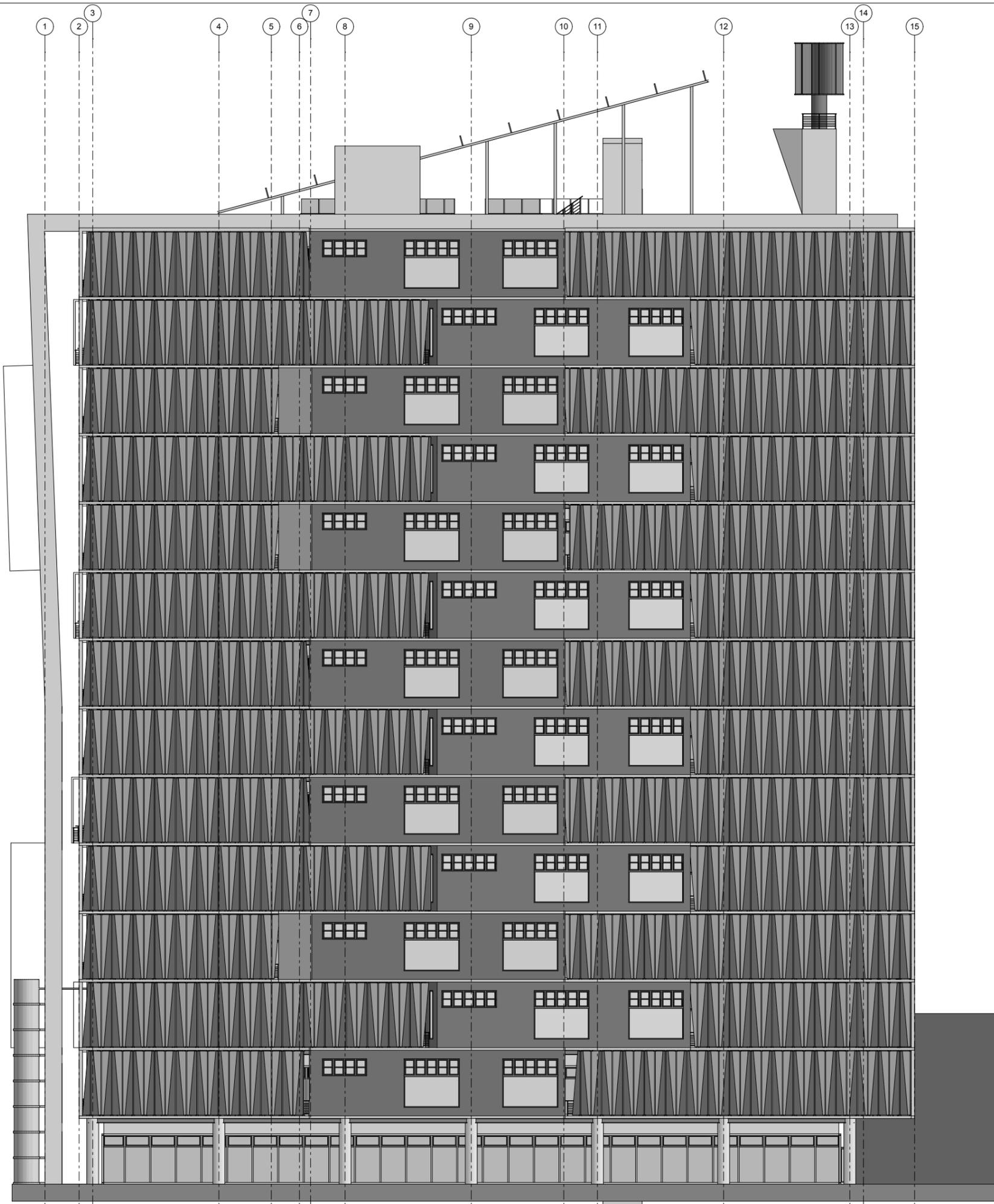
**FACHADA SUR**



ESCALA GRAFICA 1 5 10 metros

ESCALA: 1:250

ID Plano  
**A.03.1**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
VERACRUZ VILLA RICA

**FACULTAD DE  
ARQUITECTURA**

10° SEMESTRE

SEMINARIO DE TITULACIÓN II

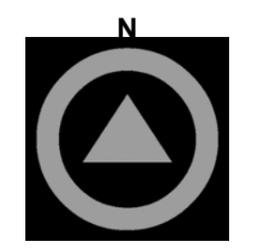
ASESOR:

JOSE HUMBERTO DIAZ ORTIZ

PROYECTADO POR:

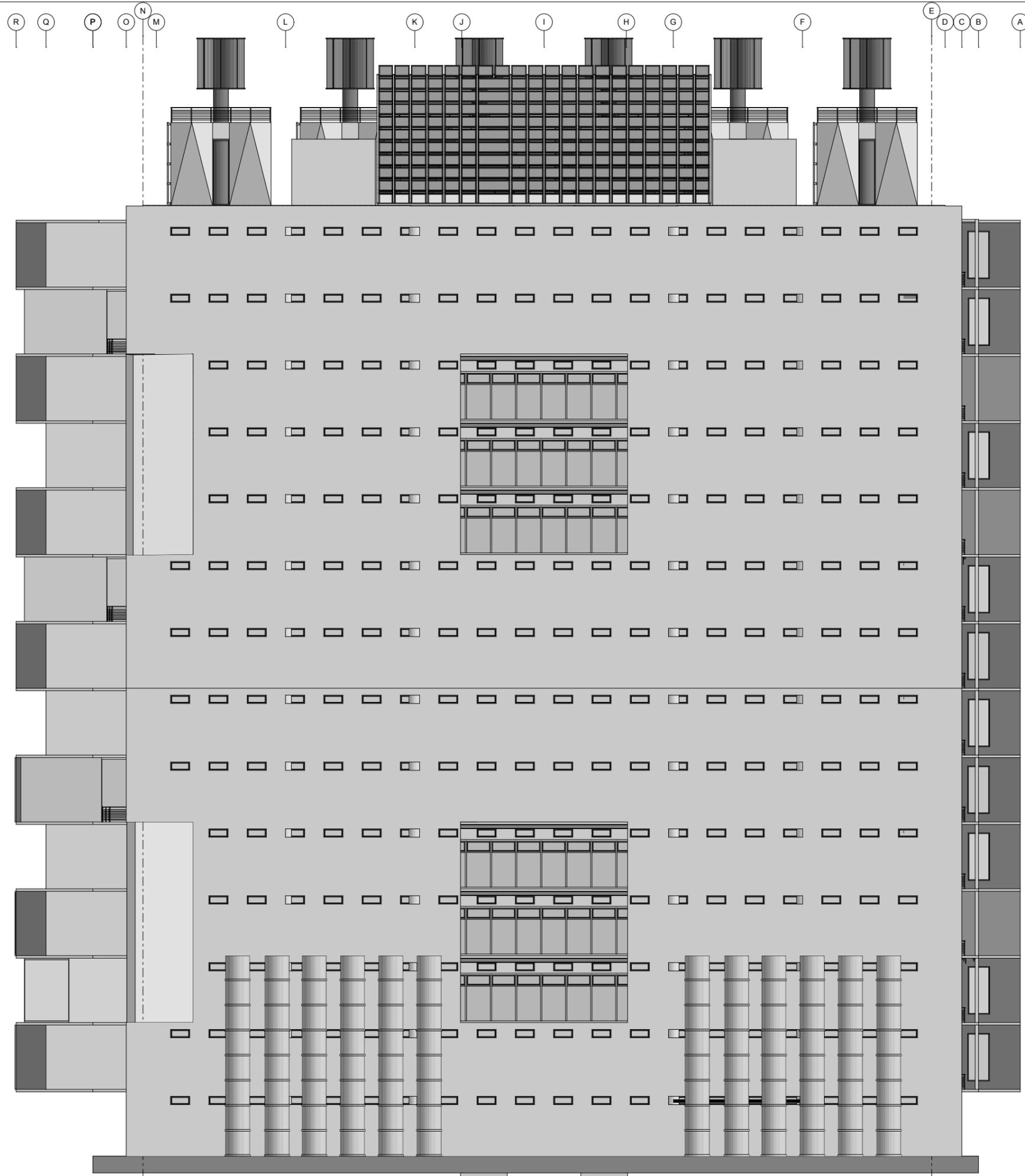
**LUIS ENRIQUE ALVAREZ CARLIN**

**FACHADA OESTE**



ESCALA: 1:250

ID Plano  
**A.03.2**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
VERACRUZ VILLA RICA

**FACULTAD DE  
ARQUITECTURA**

10° SEMESTRE

SEMINARIO DE TITULACIÓN II

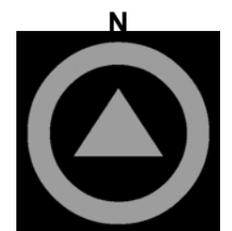
ASESOR:

JOSE HUMBERTO DIAZ ORTIZ

PROYECTADO POR:

**LUIS ENRIQUE ALVAREZ CARLIN**

**FACHADA NORTE**



ESCALA  
GRAFICA

1 5 10  
metros

ESCALA: 1:250

ID Plano

**A.03.3**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
VERACRUZ VILLA RICA

# FACULTAD DE ARQUITECTURA

10° SEMESTRE

SEMINARIO DE TITULACIÓN II

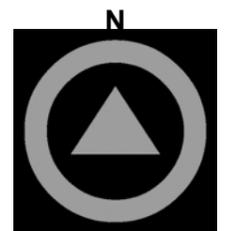
ASESOR:

JOSE HUMBERTO DIAZ ORTIZ

PROYECTADO POR:

**LUIS ENRIQUE ALVAREZ CARLIN**

**FACHADA ESTE**



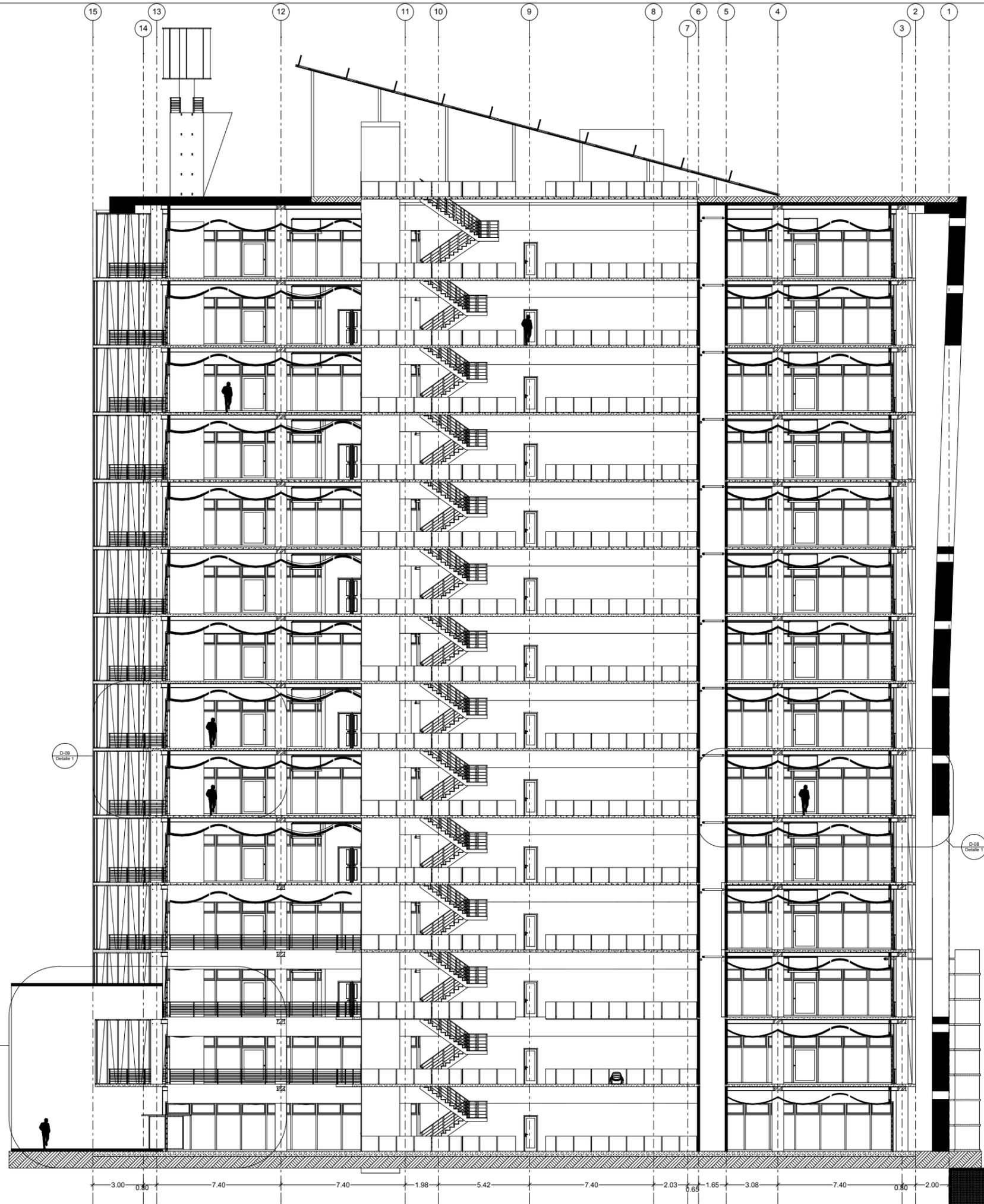
ESCALA  
GRAFICA

1 5 10  
metros

ESCALA: 1:250

ID Plano

**A.03.4**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
VERACRUZ VILLA RICA

**FACULTAD DE  
ARQUITECTURA**

10° SEMESTRE

SEMINARIO DE TITULACIÓN II

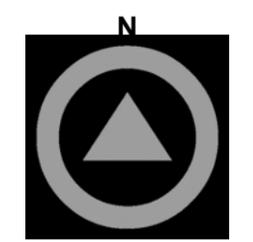
ASESOR:

JOSE HUMBERTO DIAZ ORTIZ

PROYECTADO POR:

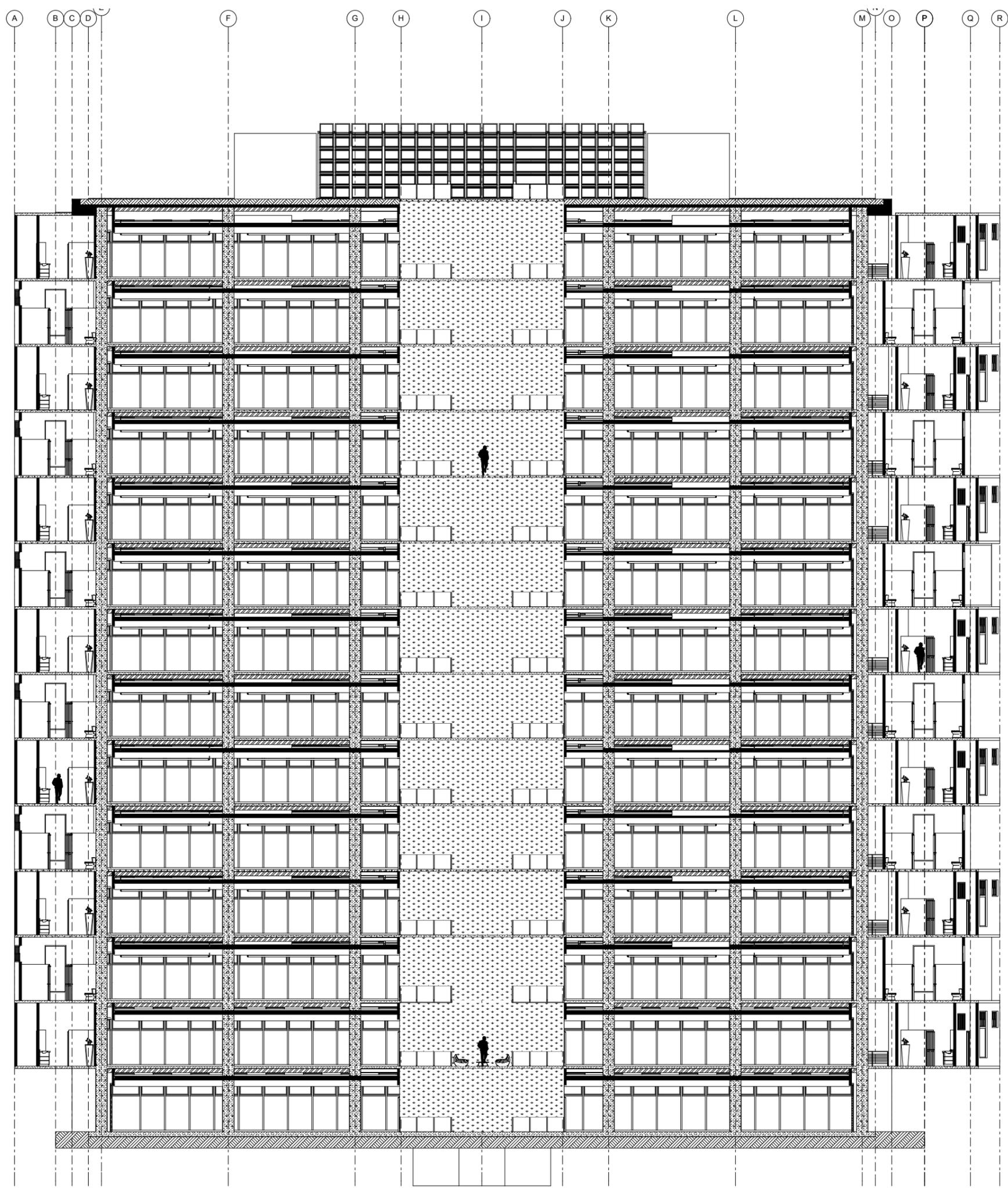
**LUIS ENRIQUE ALVAREZ CARLIN**

**CORTE S-01**



ESCALA: 1:250

ID Plano  
**A.04.1**



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE  
VERACRUZ VILLA RICA

**FACULTAD DE  
ARQUITECTURA**

10° SEMESTRE

SEMINARIO DE TITULACIÓN II

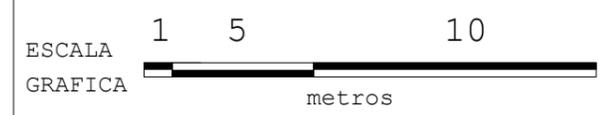
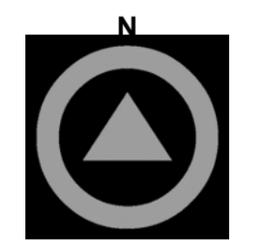
ASESOR:

JOSE HUMBERTO DIAZ ORTIZ

PROYECTADO POR:

**LUIS ENRIQUE ALVAREZ CARLIN**

**CORTE S-02**



ESCALA: 1:250

ID Plano  
**A.04.2**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
VERACRUZ VILLA RICA

# FACULTAD DE ARQUITECTURA

10° SEMESTRE

SEMINARIO DE TITULACIÓN II

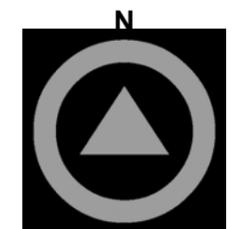
ASESOR:

JOSE HUMBERTO DIAZ ORTIZ

PROYECTADO POR:

**LUIS ENRIQUE ALVAREZ CARLIN**

**Plano de tuberías del  
sistema de enfriado  
(SEGUNDO PISO).**

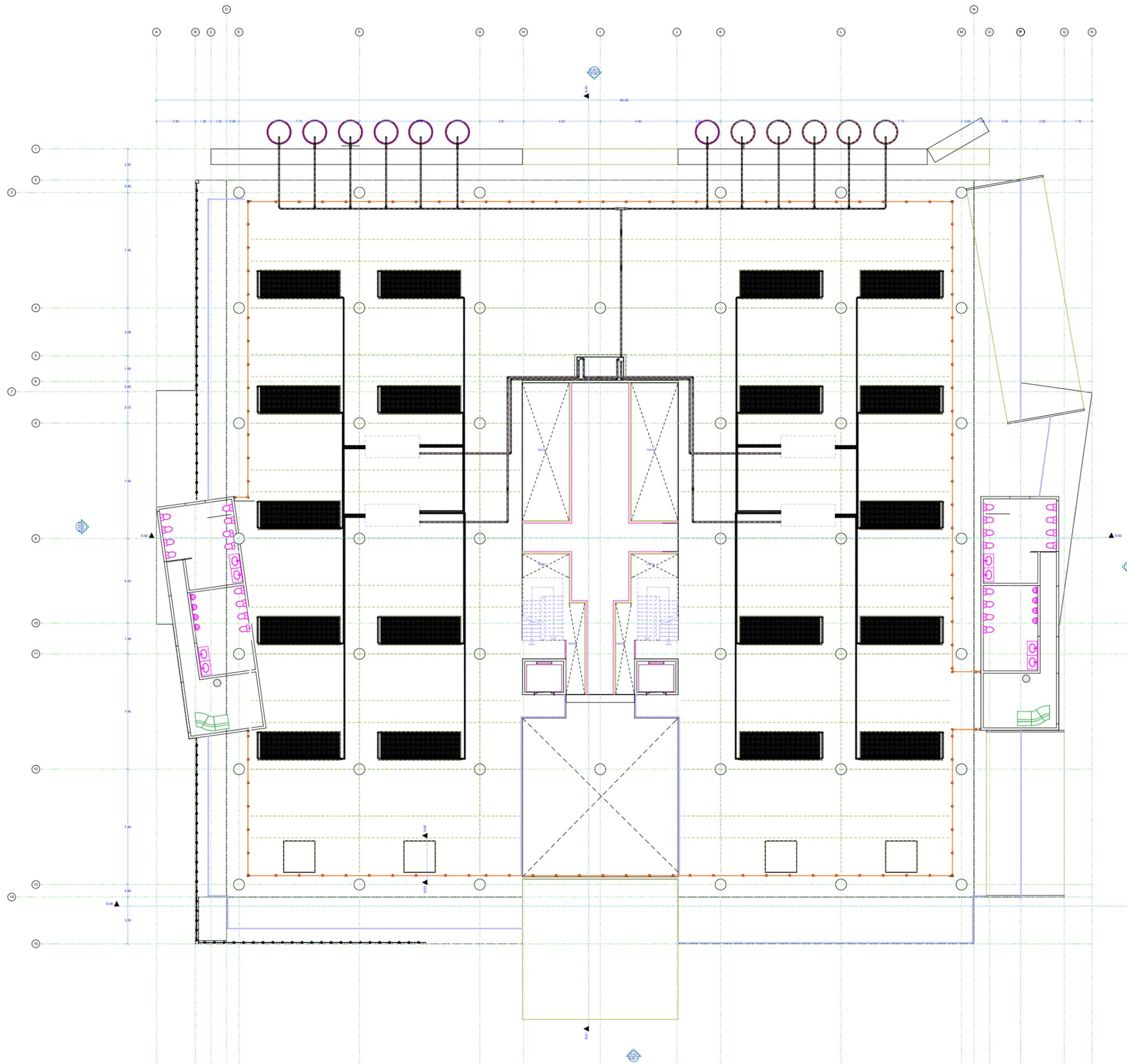


ESCALA GRAFICA 1 5 10  
metros

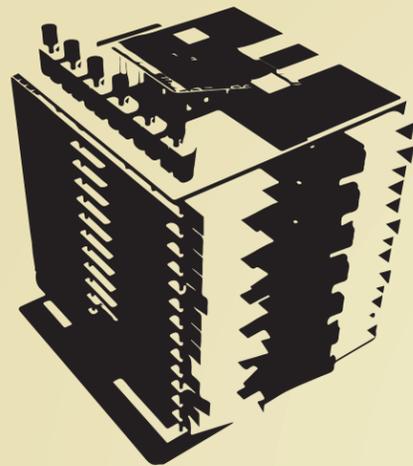
ESCALA: 1:250

ID Plano

**A.06.1**



# MODO DIURNO



5

## Turbinas

Turbinas generaran electricidad durante el dia y potencializaran el movimiento del aire caliente en su interior.

4

## Efecto chimenea

Viento del norte crea succión negativa que ayuda a extraer el aire caliente del edificio, Las turbinas aparte de crear energía, son activadas cuando el calor es demasiado intenso y se necesita una mayor fuerza de extracción para extraer el aire caliente del interior del edificio.

1

## Paneles frios

Los ocupantes experimentan "frescura" radiando calor a los paneles frios.

3

## Material de cambio de fase

El agua es enviada a una de las 3 plantas de cambio de fase para re-enfriar el agua.

## Sistemas de energia.

Incluye una planta de co - generacion con gas, celdas fotovoltaicas, paneles solares de agua caliente y turbinas eolicas.

Norte

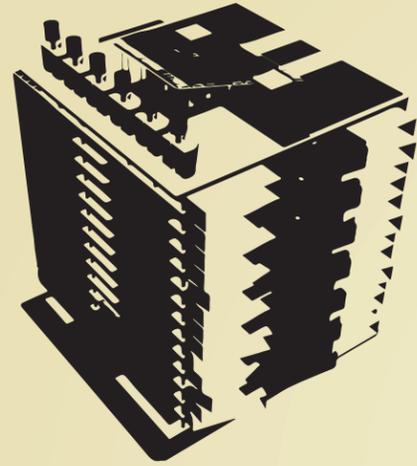
2

## Torres de ducha.

Agua y aire caen tres pisos disminuyendo significativamente la temperatura del agua para sustentar el suministro de agua fria para el sistema de enfriamiento del edificio.



# MODO NOCTURNO



4

## Turbinas

Asisten la purga del aire caliente a través de los ductos de la fachada sur.

3

## Efecto chimenea

Viento del norte crea succión negativa que ayuda a extraer el aire caliente del edificio, Las turbinas aparte de crear energía, son activadas cuando el calor es demasiado intenso y se necesita una mayor fuerza de extracción para liberar el aire caliente del interior del edificio.

2

## Techos abovedados

**Masa termica**  
La acumulación de calor en los techos de concreto por las actividades del día es removido por el viento fresco de la noche.

## Recolección de agua

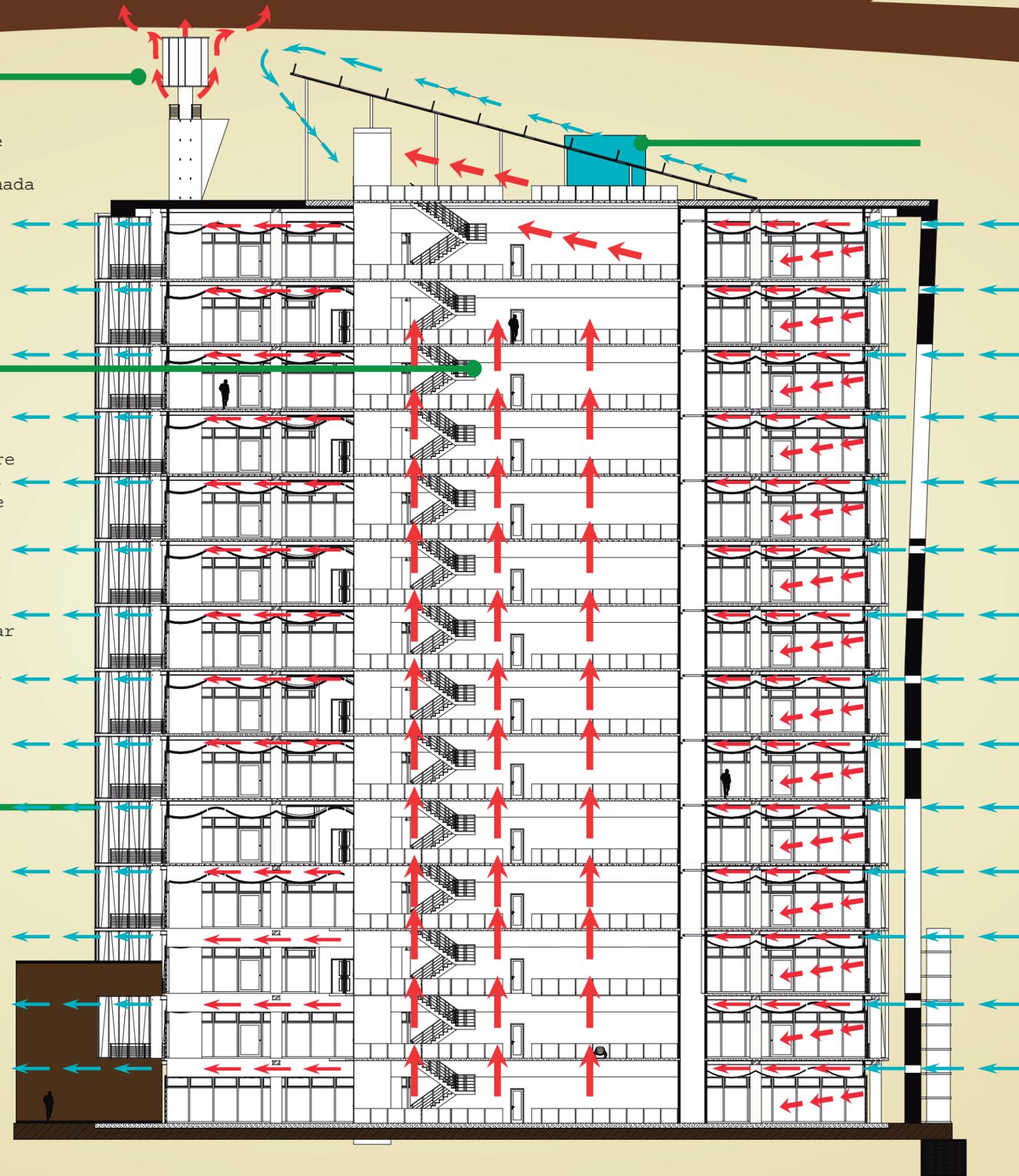
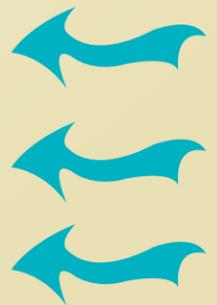
El agua de lluvia es almacenada en tanques ubicados por encima de cada una de las áreas de baño para ser utilizada en estos.

1

## Sistemas de energía

Durante la purga nocturna las ventanas se abren automáticamente, viento fresco de la noche refresca los espacios interiores, enfría y remueve el calor acumulado en los techos de concreto durante el día.

Norte



# FLUJO DE ENERGÍA



Agua caliente canalizada hacia la planta de cambio de fase para ser re - enfriada.

Viento del norte entra por ventanas automatizadas y remueve el calor absorbido por las losas durante el día enfriando nuevamente estas.

Computadoras de baja energía.

Alumbrado de baja energía.

Electricidad de co - generación.

Agua caliente solar.

Celdas fotovoltaicas.

Turbinas de viento.

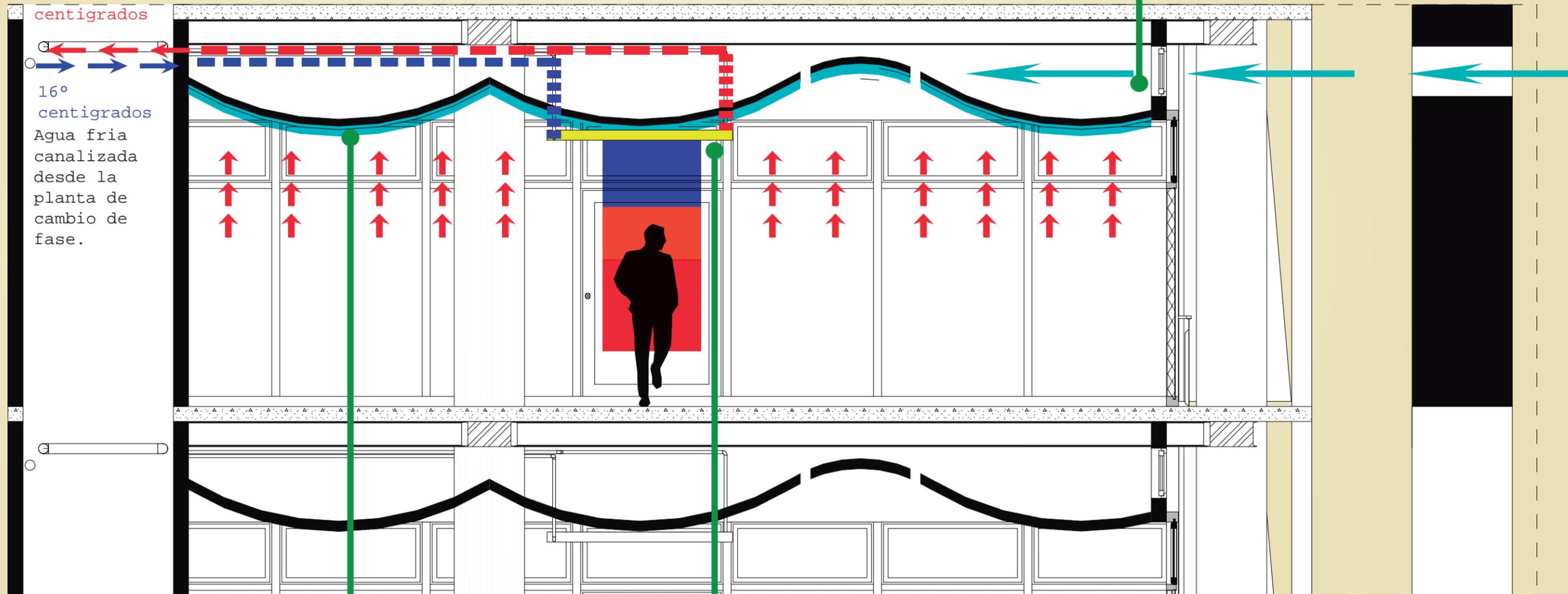
Torres de ducha.

Material de cambio de fase.

21° centigrados

16° centigrados

Agua fría canalizada desde la planta de cambio de fase.



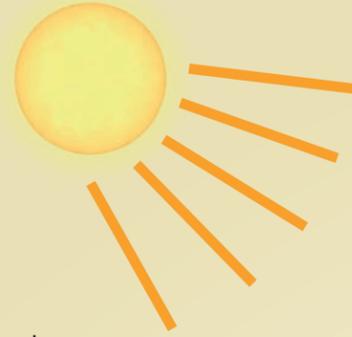
Masa termica

La masa termica de las losas absorben el exceso de calor del espacio durante el día.

Paneles frios

Enfriamiento activo: Los paneles frios de techo absorben el calor radiado de los equipos y sus ocupantes.

# SOL DEL SUR Y EL OESTE



## Louvers

Se abren en invierno para obtener luz filtrada y movimiento de aire.

En verano los louvers siguen al sol para proporcionar sombra por completo.

## Paisaje

La vegetación provee control del deslumbramiento + movimiento para el placer de la vista, sombra y calidad del aire saludable.

El acceso a la naturaleza mejora la productividad y libera el estrés.

## Terraza

El sol de ángulo agudo es detenido gracias a la terraza de 4.30 m.

## Espacio compartido

Espacio para descansar, interacción social y circulación.



# TORRES DE DUCHA



Fachada Norte

## Aire adentro

2  
Aire es llevado dentro de las torres por el agua que cae y este desplaza aire enfrente de el.

## Enfriamiento evaporativo

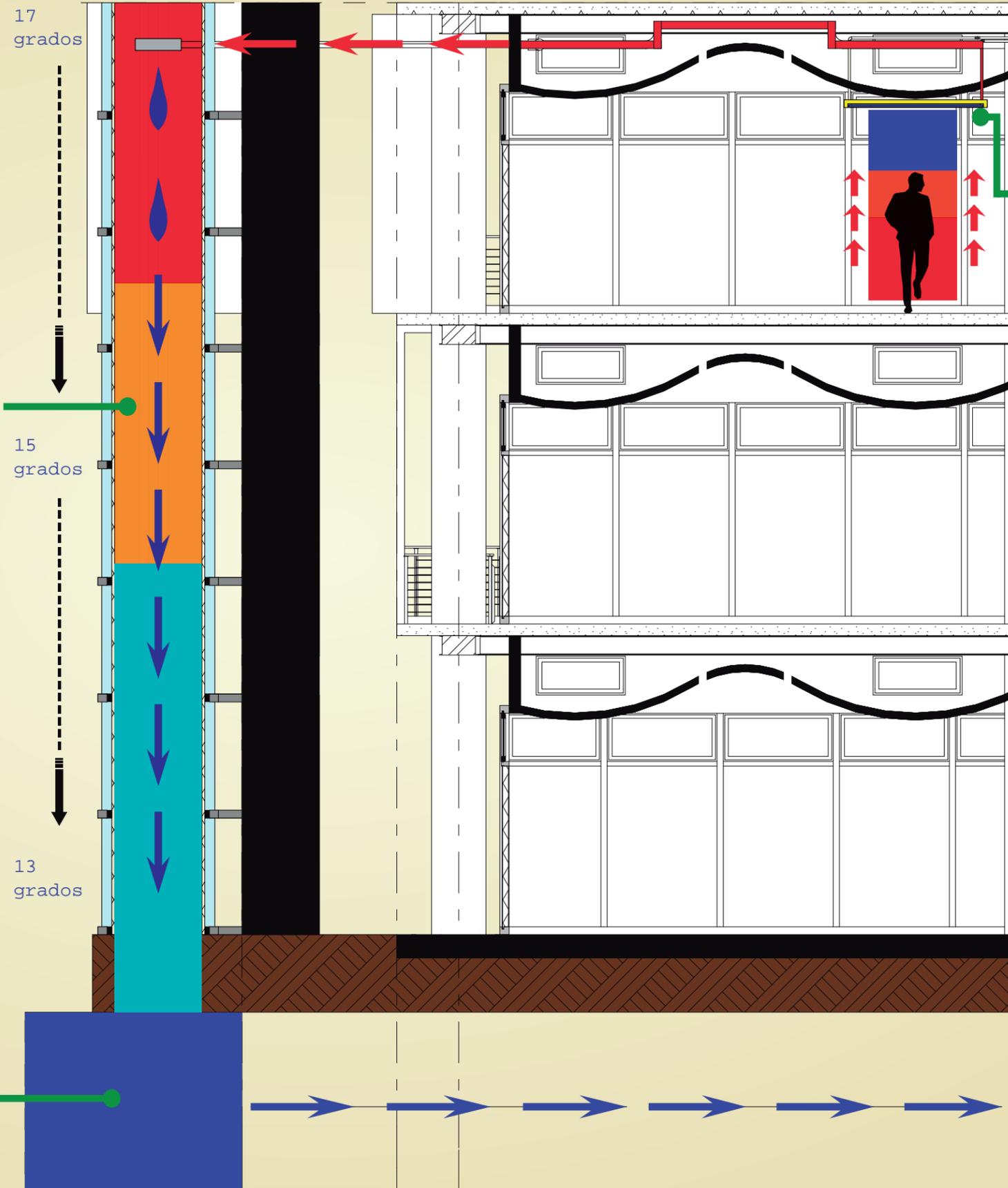
3  
Mientras que las gotas de agua caen dentro de la torre de ducha, se evaporan un poco lo cual utiliza energia.

Este proceso gradualmente enfria las gotas de agua mientras caen.

## Torres de ducha

12 tubos de plastico ligero de 12 metros de altura y 1.4 metros de diametro.

4  
Al final del proceso de enfriamiento el agua es enviada a las plantas de material de cambio de fase a 13 grados.



## Agua adentro

1  
Al principio del proceso de enfriado el agua es introducida a 17 grados.

## Paneles frios

Enfriamiento activo: Los paneles frios de techo absorben el calor radiado de los equipos y sus ocupantes.

### Resumen

Las losas tienen que servir para un número de diferentes usos, desde la absorción de las ganancias de calor incidente, hasta rebotar la luz dentro del espacio lo más que se pueda.

Siendo una parte tan importante del edificio tuvo que ser modelada cuidadosamente.

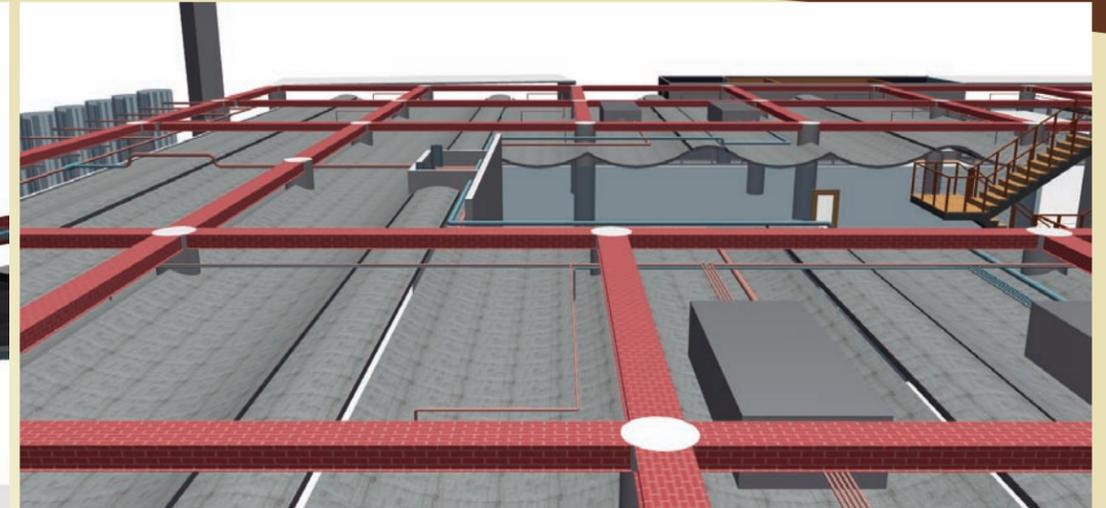
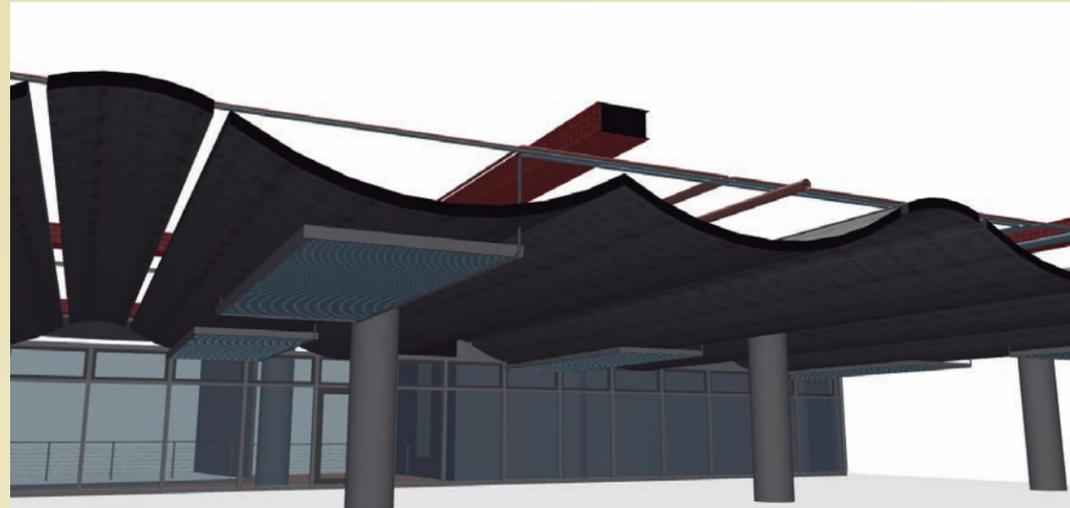
Las losas de concreto se encuentran en acabado aparente para optimizar el rendimiento de masa térmica. La alta calidad de las losas pre-fabricadas significa que no se requiere de falsos plafones.

El concreto por sí mismo proporciona una masa térmica para el enfriamiento radiante, y el perfil curvo provee una zona en donde el almacenamiento de calor puede ocurrir.

Las losas forman una parte vital de la estrategia de eficiencia energética del edificio, y su huella ecológica es aún más reducida por los constituyentes reciclados de su mezcla de concreto.

El propio concreto proporciona una masa térmica para la refrigeración radiante, y una zona en la que la acumulación de calor puede ocurrir sin una reducción en el nivel de confort de los ocupantes. La masa térmica se enfría durante la noche mediante el uso de la purga nocturna.

El techo curvo proporciona posiciones de fijación para techos fríos, conductos de iluminación y de servicios en el diseño. La luz rebota en los techos abovedados, profundamente en la oficina, reduciendo las necesidades de iluminación artificial.



Un modelo por computadora probando la forma y la estética de las losas abovedadas.

Las losas abovedadas están colocadas de tal manera que el punto más alto de la curva siga la dirección este - oeste y así aproveche dejar entrar mayor luz lo más lejos que se pueda.



### Resumen

Una material de cambio de fase cambia de sólido a un estado líquido cuando se aplica suficiente energía a este. Por ejemplo, tras el calentamiento, el agua cambia de estado sólido (hielo) a líquido (agua) a 0°C. En los edificios tradicionales la refrigeración es totalmente proporcionada por una unidad enfriadora que trabaja como un refrigerador, convirtiendo la electricidad en enfriamiento para el edificio. En el edificio para algo de la carga de enfriamiento, agua enfriada es transportada a la "batería" de material de cambio de fase donde la "frescura" es almacenada para ser utilizada cuando se le necesite.

El objetivo principal de el uso de MCF es minimizar el consumo de energia almacenado el fresco del aire de la noche y usarlo para enfriar el edificio. Un objetivo secundario es la demostracion de esta tecnologia en México bajo las condiciones climaticas de Veracruz.

El MCF utilizado cambia a sólido a 15 oC. El material se almacena en bolas de diámetro de 100 mm en tres tanques metálicos. Los tres tanques almacenan un total de 30.000 bolas.



Los ateriales de cambio de fase (MCF) se propone para ser utilizado como la fuente principal de energía térmica para los paneles refrigerados. Los MCFs trabajan sobre el principio de que cuando un material se somete a un cambio de fase (sólido a líquido, líquido a gas o vice versa) el material absorbe / libera energía, por ningún cambio en la temperatura, hasta que el cambio de fase esta completo. La energía calorífica absorbida / liberada se llama el calor latente del material, y varía para diferentes materiales.

Los MCFs propuestos forman parte de mezclas de sales no tóxicas y compuestos orgánicos conocidos como sales eutécticas, que tienen temperaturas de congelación por encima de 0 ° C. Los puntos de congelación / fusión pueden ser modificados mediante el ajuste de los porcentajes de los compuestos en la mezcla.

Los MCF se "cargan" durante la noche. Las temperaturas más bajas en el ambiente por la noche permitiran "Enfriamiento gratis" durante ciertas épocas del año. "El enfriamiento gratis" se refiere al rechazo de calor sin poner en funcionamiento un refrigerador, es decir, mediante la utilización de las torres de enfriamiento o torres de ducha.

El sistema trabaja de la siguiente manera:

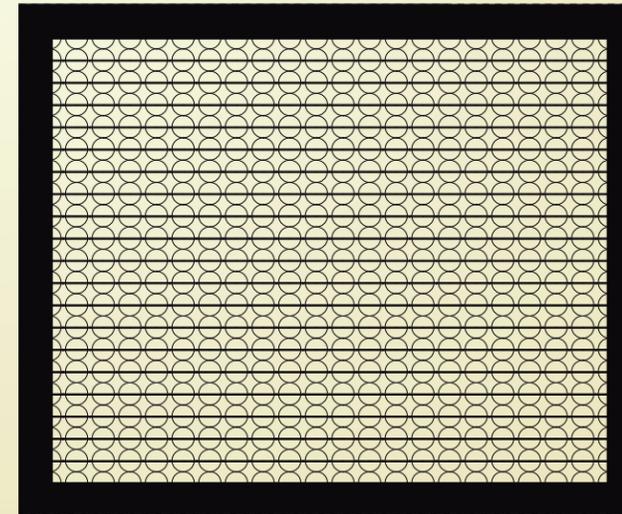
- Modo de día: Modo de enfriado donde el agua para los paneles frios es enfriada por el material de cambio de fase
- Modo nocturno: Modo de carga de los MCFs donde las torres de ducha proporcionan frio a los MCF para su almacenamiento y uso al siguiente día, las torres de ducha pre-enfrían el agua de los paneles frios antes de pasar a traves de los MCF.

Los tanques de MCF son muy parecidos a una bateria que almacena frio. Esencialmente, la bateria comprende una serie de 3 tanques llenos con bolas que contienen el MCF.

El MCF en el edificio se congelara a 15°C. El agua enfriada por las torres de ducha y los "chillers" viajaran a traves de los tanques y añadiran frio a todo el sistema.

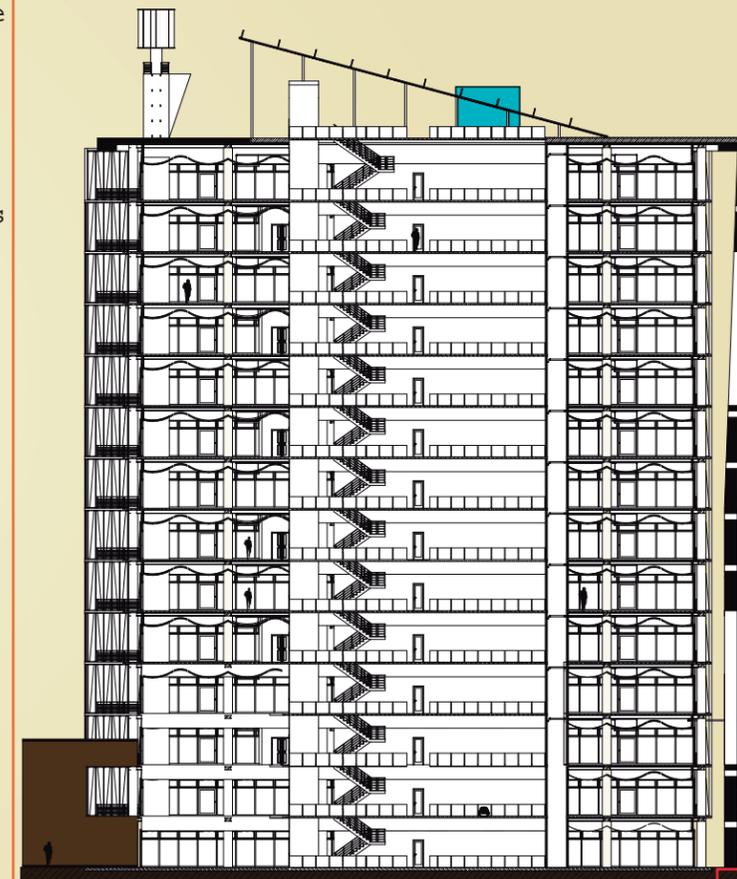
Un sistema sellado separado pasara por los tanques para ser enfriado, este viajara a traves de los paneles frios para enfriar el edificio y despues regresar a los tanque pasando por un intercambiador de calor con las torres de ducha para empezar el ciclo de nuevo.

Se espera que este sistema trabaje la mayoria del año. En otros momentos chillers electricos seran utilizados. Esta carga ocurrira en la noche para garantizar que los chillers electricos estan operando tan eficientemente como se pueda.



Corte de uno de los tanque que contienen las bolas con el Material de cambio de fase.

Los MCF son una nueva tecnologia que no ha sido usa extensamente en México. Para minimizar cualquier riesgo el sistema de de enfriado a sido diseñado que si por alguna razon el sistema falla, chillers electricos convencionales seran capaces de reemplazar al sistema principal.



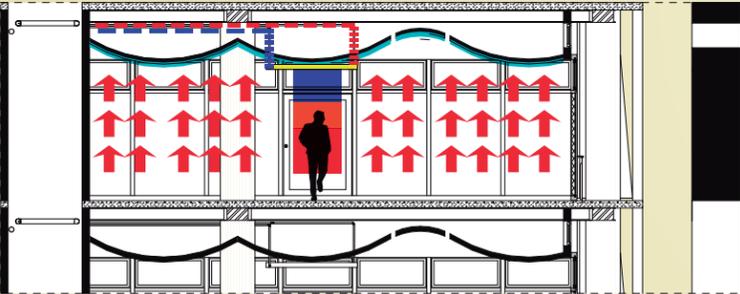
El recuadro rojo marca donde se encuentran los tanques de almacenamiento de el MCF en el edificio.

### Resumen

Este resumen discute como el edificio es enfriado usando los paneles frios, un metodo que utiliza relativamente poca energía que un sistema de enfriado tradicional para un edificio. Ya que el agua es alrededor de 200 veces mas eficiente que el aire en el transporte de "fresco" y ha sido adoptado como el principal medio regulador de energía.

Aunque los paneles tienen agua fria corriendo por ellos, el agua absorbe el calor del edificio y por lo tanto lo refresca.

Este es un sistema radiante, opuestamente a un sistema de aire convectivo. La figura inferior demuestra como son aplicados los paneles en el edificio.



Se puede notar que los paneles están localizados en las losas. Los paneles proveen enfriamiento radiante ya que absorben aire caliente que sube de la gente y los equipos.

El metodo de transferencia (agua) de los paneles es mas eficiente. La eficiencia es derivada del hecho que el calor generado no es tratado inmediatamente re-enfriando aire, sino, es absorbido por el agua y quitado.

Un edificio tradicional provee climatización por un sistema VAV, esencialmente dando calor o frio a través de la inyección de aire en el espacio de oficina.

Fue esto lo que llevo al diseño a utilizar paneles radiantes de agua fria.

### Más detalle

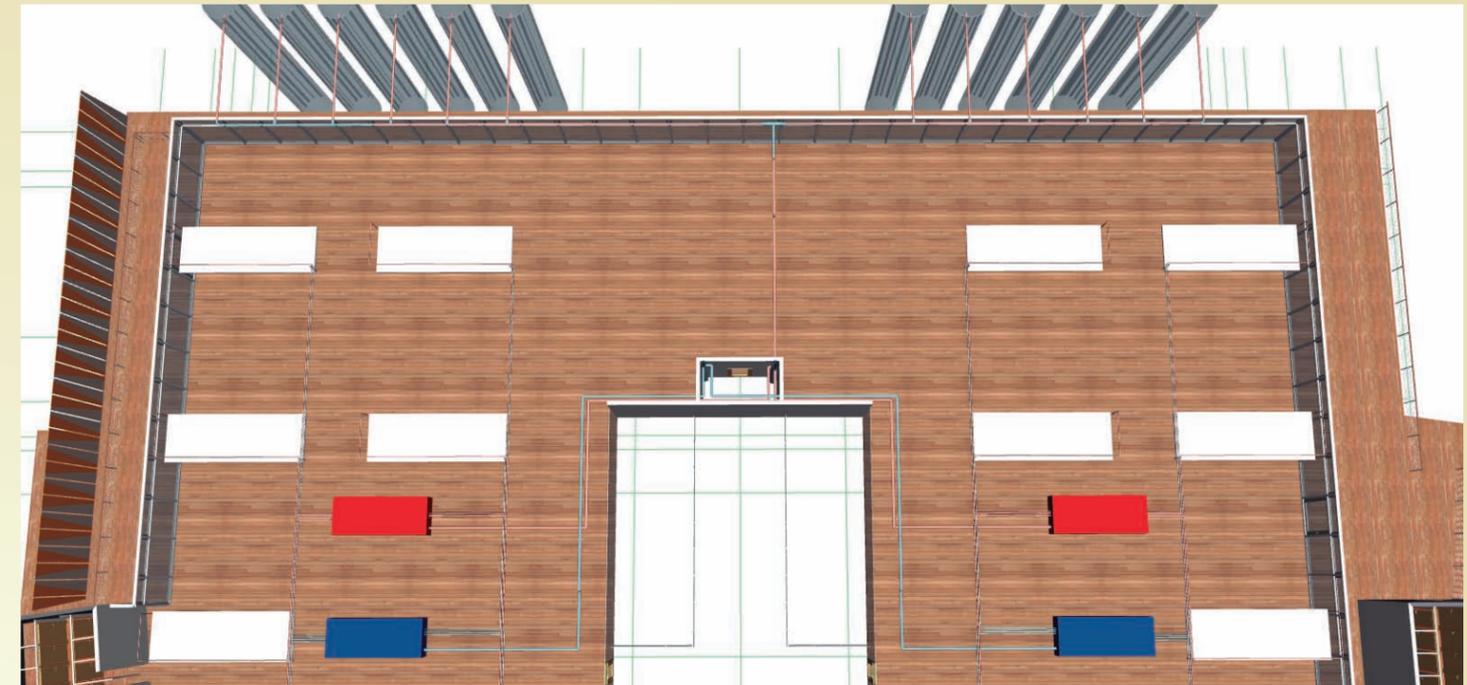
Muchos edificios comerciales de oficina utilizan el sistema tradicional de volumen de aire variable que usa ventiladores para soplar aire frio a los ocupantes. El aire es proporcionado a 13°C, ya que el sistema VAV se basa en que este aire se mezcle con aire existente, para producir una temperatura en un rango que es considerado confortable para el usuario (19-22°C).

Sin embargo este metodo de enfriamiento usa mucha energía, ya sea para enfriar el aire proporcionado a 13°C, y para forzar el aire a través de los espacios para que se mezcle adecuadamente.

El diseño usa un innovativo sistema radiante de enfriamiento, que requiere significativamente menos energía para proporcionar "frescor" en una forma que es mas confortable para los usuarios.

El agua que corre a través de estos paneles remueven calor de el aire, creando un gentil aire frio radiante que desciende al espacio de trabajo a alrededor de 18°C.

El agua fria es proporcionada de los materiales de cambio de fase y las torres de ducha dependiendo del nivel de frio requerido. Chiller electricos tambien están disponibles como sistema de respaldo.



Acercamiento del arreglo de los paneles frios, al igual que sus tuberías y las tuberías que llevan a las torres de ducha (segundo piso).



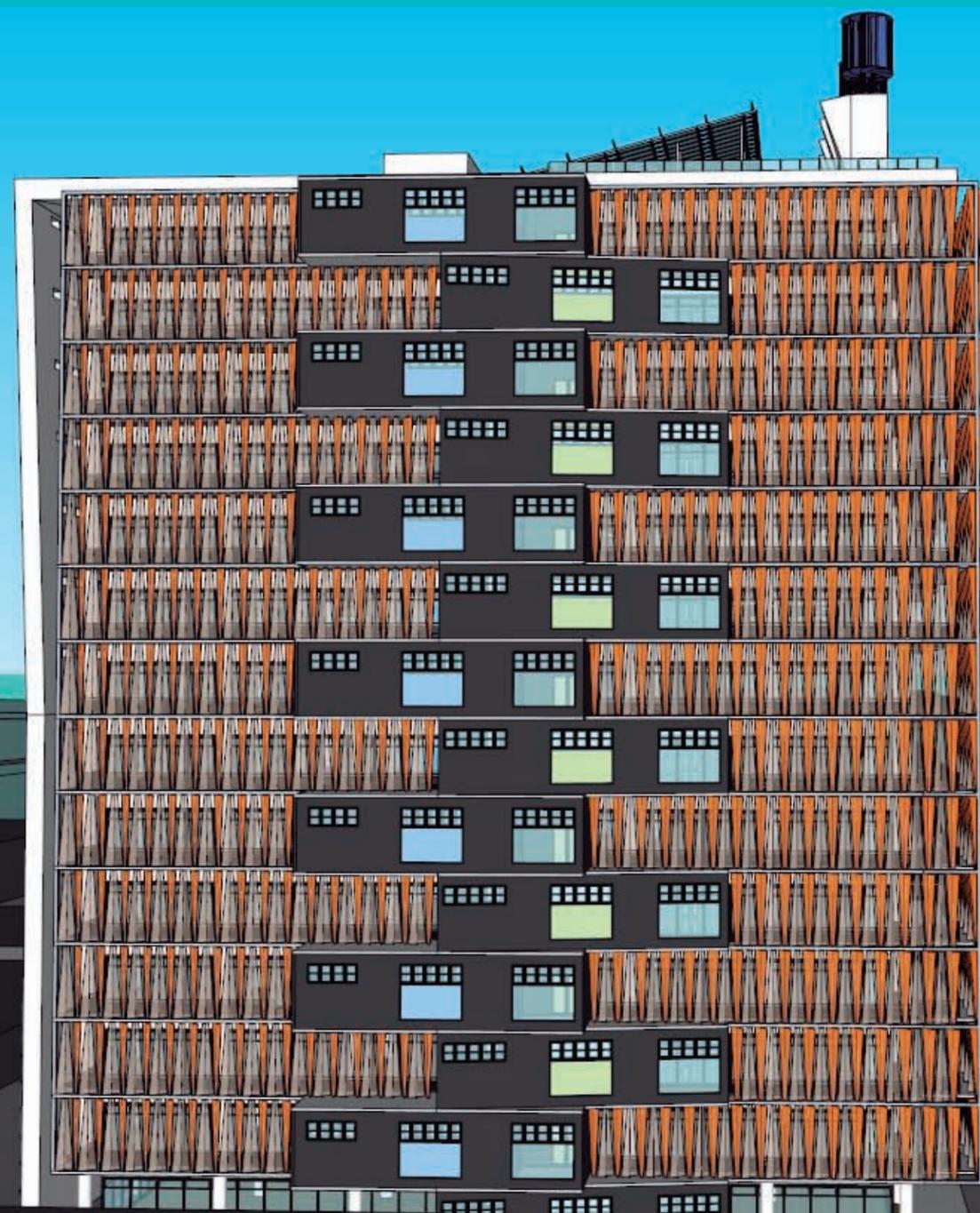
Perspectiva del arreglo de los paneles frios y sus tuberías (segundo piso).

RENDERS



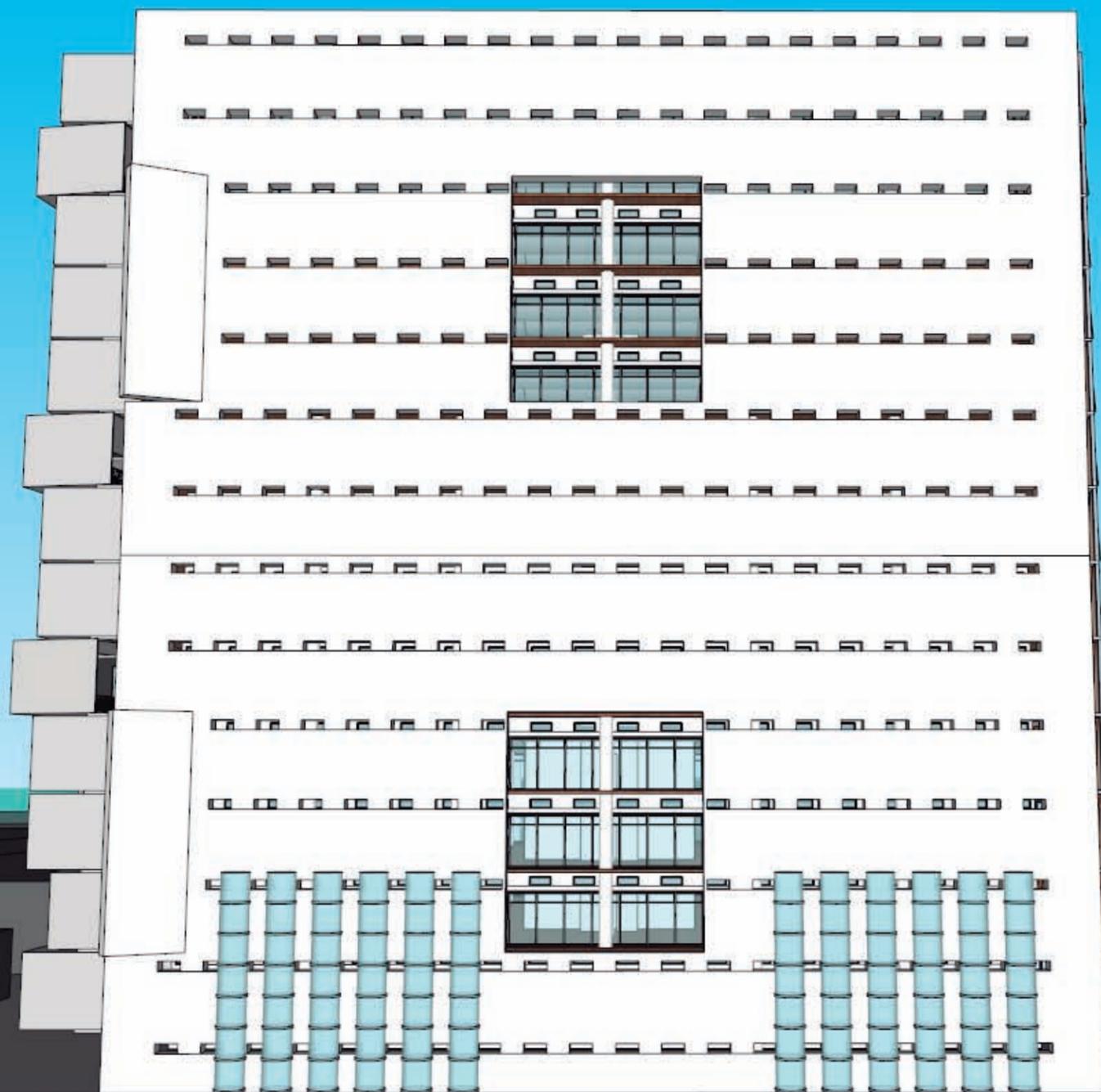
PERSPECTIVA

RENDERS



FACHADA OESTE

RENDERS



FACHADA NORTE

RENDERS



FACHADA ESTE

RENDERS



FACHADA SUR

RENDERS



LOUVERS

RENDERS



FACHADA NORTE

ACERCAMIENTO

RENDERS



BALCONES ESTE

RENDERS



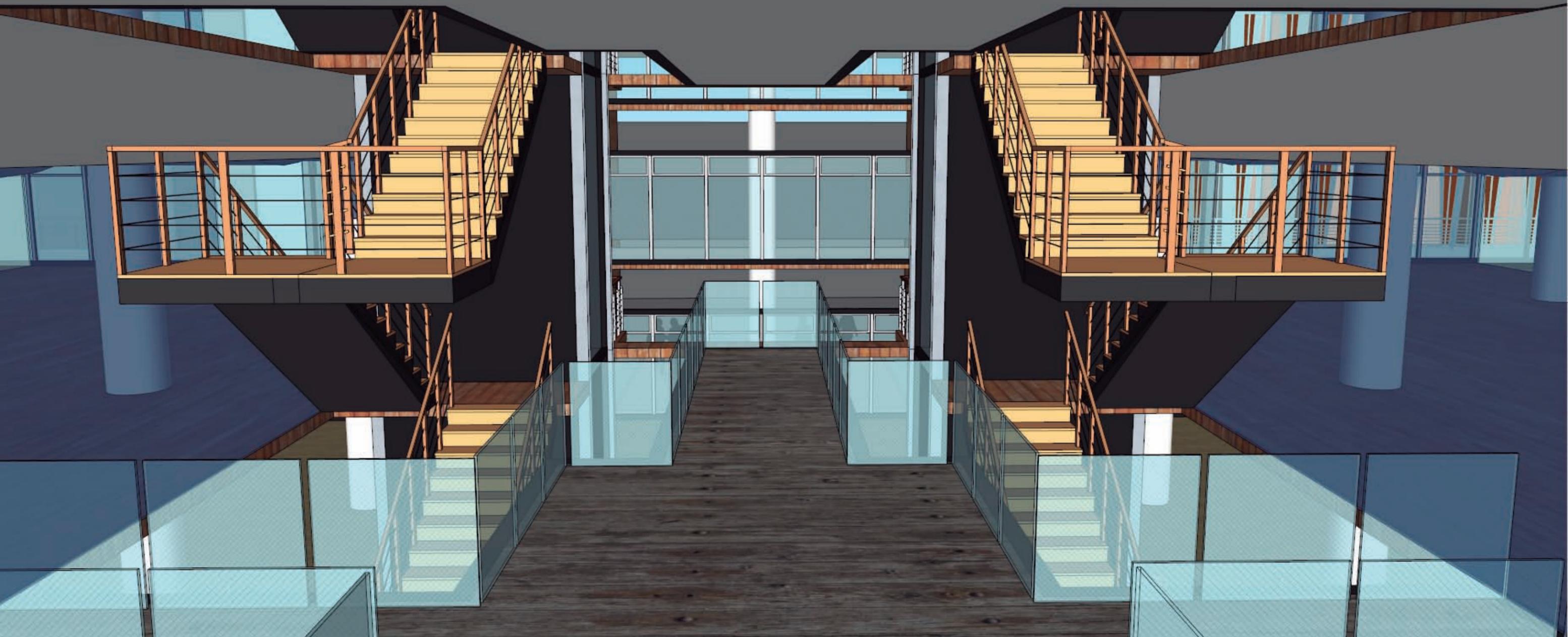
ENTRADA

RENDERS



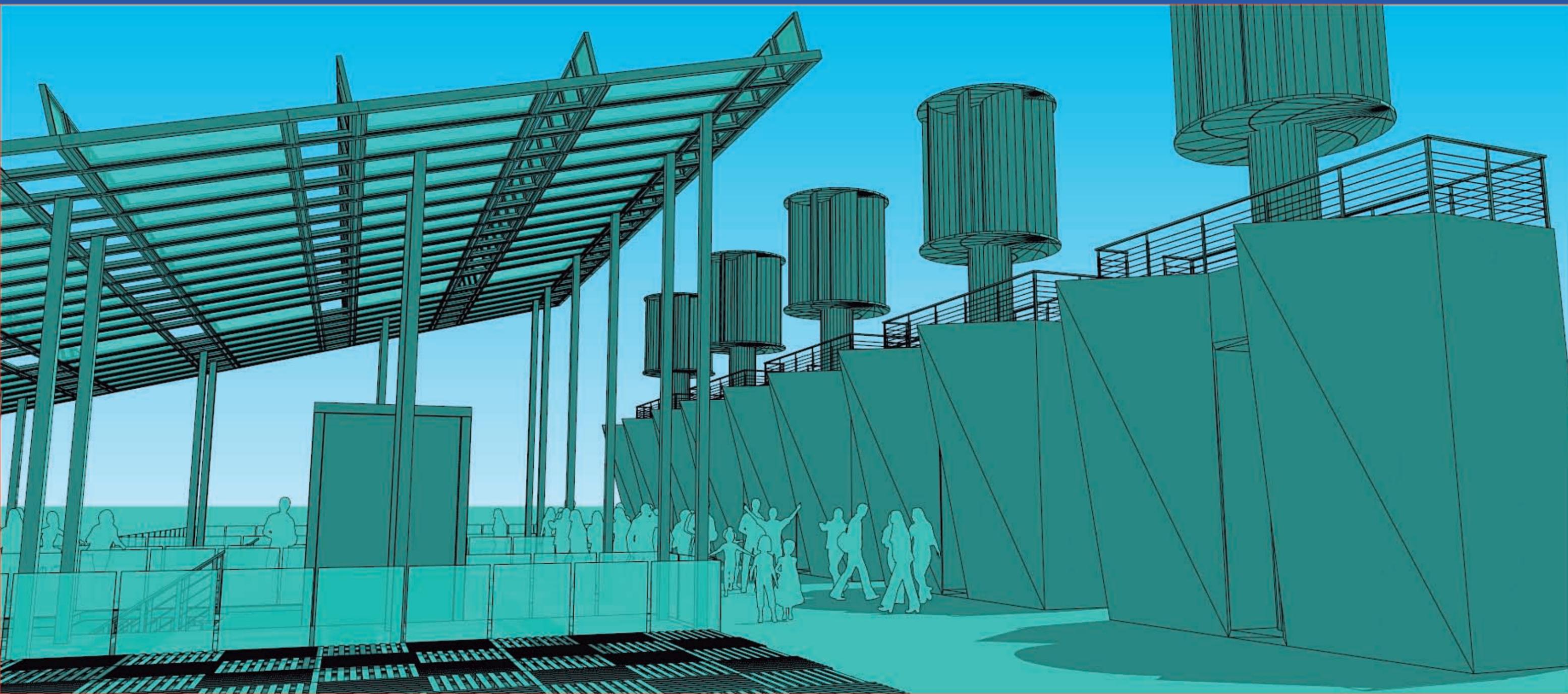
PERSPECTIVAS

RENDERS



PUENTE - ATRIO

RENDERS



TERRAZA - TURBINAS

### 3.8 REFLEXIÓN SOBRE METODOLOGÍA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

Al comienzo de este proyecto no se tenía idea de cómo empezar un seguimiento para realizar un diseño arquitectónico basado en la biomimesis, esto provocó consecuentemente que se investigara de manera profunda diferentes tipos de acercamientos para realizar esto; al encontrar el que se consideró el método más apropiado y mejor sustentado por los diferentes institutos dedicados a este proceso de diseño (la espiral de diseño de la biomimesis) se prosiguió a traducir cada uno de los puntos a seguir para realizar la difícil y tardada transición de lo teórico a lo práctico.

Para tener una noción más global de lo que se buscaba encontrar con cada uno de los pasos a seguir, se descifraron otros proyectos ya realizados tomando como base "la espiral de diseño de la biomimesis", esto recolectando información grafica, constructiva, analítica, climatológica, estética, etc. de otros proyectos que sugerían ser basados en la biomimesis, el realizar estas investigaciones creo pautas a seguir y de gran manera contribuyo a crear respuestas que fueron fácilmente recreadas en el proyecto a realizarse.

En lo que concierne puramente a la estética del diseño, una serie de bocetos fueron realizados, siendo estos el catalizador de ideas por excelencia. Era de suma importancia para ejemplificar y tener idea de los diferentes diseños tecnológicos a aplicarse en el edificio, de igual manera se realizaron un gran número de modelos virtuales para tener una mayor precisión en la espacialidad y estética de la tecnología a aplicarse y ver como lucirían en conjunto con todo el edificio, el diseño siempre es difícil y siempre consta de prueba y error, esto se pudo ver en el hecho de que se realizo una primera versión del proyecto en el que no se logro el nivel de estética ni de complejidad deseado por lo cual se descartó casi de inmediato, sin embargo sirvió como una base

solida de que se tendría que buscar en los siguientes diseños, de igual manera sistemas tecnológicos creados fueron trasplantados al diseño final, facilitando esto ya que se tenía una idea previa de como tenían que lucir ya puestos en el edificio.

Debido a que el trabajo, aunque se dividió en teoría y proyecto, se encuentra de gran manera dirigido al área teórica, por lo cual solo se realizaron una serie de planos de anteproyecto que pudieran explicar de buena manera los diferentes espacios del edificio sin tener que llegar a un gran detalle constructivo, de igual manera y aun mas importante, se realizaron una serie de laminas graficas en donde de una manera sencilla se explica los diferentes sistemas biomimeticos del edificio y cómo funcionan en conjunto para lograr una estabilidad en la temperatura interior de este.

### 3.9 CONCLUSIÓN

La arquitectura y la biología a primera vista no parecen ser tan diferentes, ambas son basadas materialmente y organizativamente, están preocupadas por la morfología y la estructuración, se interrelacionan entre sí por múltiples sistemas y unidades simultáneamente, y probablemente lo más importante para nosotros, se construyen a partir de partes que funcionan como un conjunto.

Un verdadero enfoque biomimético al diseño arquitectónico requiere el desarrollo de nuevos métodos de diseño que se integran tanto en el modelado de la conducta y de las limitaciones de procesos de materialización, además de los factores ambientales. Esto requiere una comprensión de la forma, material y estructura no como elementos separados, pero más bien complejas interrelaciones que se unen.

El proceso de diseño de la naturaleza utiliza un número de sistemas de retroalimentación para dirigir el crecimiento y formación de un organismo sobre la base de las fuerzas internas y externas que actúan sobre y dentro de él.

Todos los sistemas se actualizan continuamente y actúan entre sí para proporcionar una óptima funcionalidad en todos los niveles de desarrollo. Si esto se aplica a la arquitectura, entonces es posible desarrollar edificios que estén fuertemente relacionados y afectados por su entorno, y sean mucho más avanzados en términos de rendimiento sostenible.

Como se ha visto a lo largo del trabajo, se considera válido lo pensado acerca de tomar las soluciones presentes en la naturaleza porque corresponden a un proceso de diseño debido a la selección natural en largos periodos de tiempo. Además, compartir el mismo planeta aunque a diferentes escalas, hace que tanto los mecanismos naturales como la tecnología humana estén sujetos a las mismas

condiciones (presión, gravedad, temperatura, viento, etc.). Por lo cual las soluciones presentes en la naturaleza han sido estudiadas y se siguen investigando para responder a las necesidades humanas y no sólo en el ámbito de la arquitectura.

La multiplicidad de interpretaciones y puntos de partidas (productos, prototipos y modelos) hace que resulten válidos numerosos ejemplos de la naturaleza, algunos estudiados desde hace tiempo y otros más recientes.

El campo de trabajo resulta heterogéneo y se encuentran aplicaciones tanto a nivel de sistemas (o mecanismos) como de conceptos de las dinámicas naturales en productos ya presentes en el mercado, prototipos y modelos virtuales arquitectónicos. En cualquier caso no se encuentran aun soluciones que responden totalmente a una visión de una arquitectura integrada en el medio natural y con un impacto cero a lo largo de su ciclo de vida.

Sobre todo si se involucra también la fase de extracción del material, su manipulación y producción. Es seguramente una imagen utópica de nuestro tiempo que, como en otras fases históricas de la cultura humana, nos fascina ofreciendo estímulos y nuevas interpretaciones.

Al final este trabajo primordialmente trató de exhibir como un diseño basado en la naturaleza, en este caso en la ciudad de Veracruz, puede funcionar en diferentes partes del mundo con mínimos cambios en su diseño y así lograr una estabilidad de temperatura en su interior.

De igual manera este proyecto pretende dar la pauta y alentar a más personas a seguir investigando y mejorando lo ya expuesto en este trabajo, así como, la investigación personal permanente que

permita llevar estos conocimientos aprendidos al campo profesional y conseguir evaluaciones tangibles de lo que en un principio empezó solo como una teoría.

**BIBLIOGRAFÍAS**

Pisani, J. A. (2007). Sustainable development - historical roots of the concept. *Environmental Sciences* , 83-96.

Dubos R, Cole LC, Jacobs J, Carter LJ, Temko A, Bowen W, Wylie P. 1970. The environmental crisis. Washington, DC: United States Information Service.

The Biomimicry Institute. What Is Biomimicry? Ask Nature. Recuperado el 10 de septiembre de 2012  
[http://www.asknature.org/article/view/what\\_is\\_biomimicry](http://www.asknature.org/article/view/what_is_biomimicry).

Biomimicry Guild. What is Biomimicry? . Biomimicry Guild. Recuperado el 10 de septiembre de 2012  
[http://www.biomimicryguild.com/guild\\_biomimicry.html](http://www.biomimicryguild.com/guild_biomimicry.html).

Ginatta C. (2012) *Architecture without architecture, biomimicry design*. Lexington, KY. EUA. Verlag Dr. Müller

Benyus, J. M. (1998). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*.

Guild, B. (2007). *Innovation inspired by nature work book*. Biomimicry Guild.

Reed, B. (2006). *Shifting our Mental Model- 'Sustainability' to Regeneration. Rethinking Sustainable Construction 2006: Next Generation Green Buildings*.

Exploration. Proyecto eden. Recuperado el 11 de septiembre de 2012  
<http://www.exploration-architecture.com/section.php?xSec=17>

Biomimicry institute (2005). Recuperado el 11 de septiembre de 2012  
<http://biomimicryinstitute.org/about-us/what-is-biomimicry.html>

Janine\_Benyus. Wikipedia. Recuperado el 11 de septiembre de 2012  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Janine\\_Benyus](http://en.wikipedia.org/wiki/Janine_Benyus)

Janine Benyus. Janine Benyus comparte los diseños de la naturaleza. TED. [en línea] Abril 2007. Recuperado el 9 de septiembre de 2012  
[http://www.ted.com/talks/janine\\_benyus\\_shares\\_nature\\_s\\_designs.html](http://www.ted.com/talks/janine_benyus_shares_nature_s_designs.html)

The Biomimicry Institute. AskNature FAQs (Preguntas más comunes). Ask Nature.  
<http://www.asknature.org/article/view/faq>

Energy Efficiency. Biomimicry Institute. Recuperado el 12 de septiembre de 2012  
<http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/energy-efficiency.html>

Medicine. Biomimicry Institute. Recuperado el 12 de septiembre de 2012  
<http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/medicine.html>

Architecture. Biomimicry Institute. Recuperado el 12 de septiembre de 2012  
<http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/architecture.html>

Human safety. Biomimicry Institute. Recuperado el 12 de septiembre de 2012

<http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/human-safety.html>

Industrial design. Biomimicry Institute. Recuperado el 13 de septiembre de 2012

<http://www.biomimicryinstitute.org/case-studies/case-studies/industrial-design.html>

Tylecote A. 1992. The long wave in the world economy: the present crisis in historical perspective. London: Routledge.

United Nations. 1972. Declaration of the United Nations Conference on the Human Environment, Stockholm, 16 June 1972. Available: <http://www.unep.org/Documents/Default.asp?DocumentID¼97&ArticleID¼1503> (accessed 13 April 2004).

Worster D. 1993. The wealth of nature: environmental history and the ecological imagination. New York: Oxford University Press.